الهيئة القومية للبحث العلمي

بيولوجية التلوث

كنت ميلاني

باحث بمعهد البيئة البرّية، مونكس وود

ترجمة د. الشيباني علي الغنودي

عضو هيئة تدريس - قسم علم الحيوان

كليّة العلوم - جامعة الفاتح

معهد البيولوجيا

دراسات في البيولوجية رقم 83

بيولوجية التلوث

الطبعة الاولى – بيروت ١٩٨٣

معهد الانماء العربي
ص.ب ..١٤/٥٢٣٠
بيروت

الهيئة القومية للبحث العلمي
ص.ب ٨٠٠٤ - طرابلس
الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية

حسن أبو يوسف اللويبي

الهيئة القومية للبحث العلمي

بيولوجية التلوث

كنت ميلانبي

باحث بمعهد البيئة البرية، مونكس وود

ترجمة د. الشيباني علي الغنودي
عضو هيئة تدريس - قسم علم الحيوان
كلية العلوم - جامعة الفاتح

معهد البيولوجيا
دراسات في البيولوجية رقم 83

مقدّمة

كلنا اليوم مدركون أن التلوث مشكلة . ذلك ما ألقته علينا الدعايات في الكتب والصحافة وفي الاذاعتين المرئية والمسموعة ، ومعظم هـذه الدعـايـات تشيع بأننا نقوم بتسميم وتخريب كوكبنا . وقيل : إنّ الأضرار البيئية كانت بسبب الازدياد السكاني الهائل ، وبواسطة الازدهار الاقتصـادي ، وبـواسطـة الانتاج الوطني الكلي الذي لا بد منه . يقول السياسيون من كل الأحزاب : إنّ التطور يعتمد على النمو الاقتصادي المطَّرد الذي بدونه يصبح التطور غير ممكن ، ونحن لا نعرف أي الآراء نصـدق . هـل نصـدّق أولئـك الدعـائيين النائحين على البيئة بسبب الأضرار التي لحقت بها ، أم أولئك المغالين في وصف النمو المطَّرد والذي سيطغى حتماً على النتائج العكسية للأضرار البيئية ؟

يحاول هذا الكتيب أن يوضح مصدر الضرر الحقيقي الذي سببته عدّة أنواع من التلوث . لقد كتبت كاخصائي بيولـوجـي مـؤكـداً على تـأثيرات التلوث على الكائنات الحية والتي أعتقدُ بأنها الوسيلة الفُضلى لسبر غور الحقيقة على عكس مجرَّد تخيُّل تأثيرات المواد السامة في بيئتنا . بهذه المعلومات يمكن انجاز برنامج جزئي فقط للتحكم في التلوث .



حسن أبو يوسف الكويتي

ماهوَ التلوُّث

1.1 : نسب التلوث

إن العالم مليء بالمواد السامة، وبعض هذه المواد يتكون طبيعياً إذ لا دخل للنشاطات التي يقوم بها الانسان بتكوّنه. فأبخرة البراكين تحتوي على بعض مركبات الكبريت التي تسبب توقف نمو النباتات الواقعة في حقل تأثيرها. وكذلك مياه الأنهار يمكن أن تفقد عنصر الأوكسيجين نتيجة مرورها بالغابات المكوِّنة لمادة عضوية كثيفة والتي تصبح عند تحلّلها مماثلة لمخلفات الانسان من الفضلات العضوية. وما قيل في ما سبق يمكن قوله في وجود مادة الزئبق الطبيعي في مياه المحيطات، وهذه المادة يمكن تركيزها طبيعياً من قبل الأسماك بمعدل عال الأمر الذي سيعطي اهتماماً خاصاً من قبل السلطات الصحية العامة. ولكن عندما نعتبر أن التلوث يعني وجود تلك المواد السامة التي أوجدها الانسان في بيئتنا فهذا لا يعني أن التلوث الذي هو من صنع الانسان فقط هو الضار، إذ إن التغييرات المفاجئة التي سببت حصوله غالباً ما تكون على المدى البعيد أكثر خطورة من تأثيرات تلك السموم التي تحدث طبيعياً والتي أصبحنا نسلم بها.

يجب أن نناقش تأثيرات الظواهر الطبيعية التي نتمكن من التوصل إليها بواسطة الطرق الكيميائية الحديثة، كما يمكن أن نتعرف بواسطتها على المواد

السامة الخطيرة اينما وجدت . إن أجسامنا في حالتنا الصحية الجيدة تحتوي على بعض المواد السامة مثل الزئبق وبعض العناصر الثقيلة الأخرى التي تراكمت في أجسامنا نتيجة تناول الأطعمة المختلفة واستنشاق الهواء، وكذلك أجسامنا تحتوي على بعض المركبات من مبيدات الحشرات مثل D.D.T وبعض المواد الصناعية الأخرى مثل **فنلات عديدة الكلور**، ولذا يمكن القول: بأن أجسامنا تحتوي على بعض هذه المواد التي يطلق عليها اسم « المواد الملوثة » .

على أية حال فإنه لا يمكن الفصل دائماً بين التلوث الضار والاتساخ غير الضار عند وجود المادة السامة . لأن التسمم في هذه الحالة يكون له علاقة بالتلوث الكلي العام . ومثالنا على ذلك تحويل مياه المجاري بكميات هائلة لتصب في نهر من الأنهار، وخاصة عندما تكون هذه المياه غير مصفّاة، أو تحويل مياه مصنع من مصانع الياجور مثلاً لتصب في المياه العامة، فالمياه في هذه الحالة تحتوي على نسبة عالية من المواد الكبريتية والقلوية التي تتسبب في قتل النباتات . وفي هذه الحالة ومثيلاتها يكون ارتفاع نسبة التلوث أو انخفاضه أمراً هاماً لأنه يمكن الحكم على ضوئها إن كانت هي السبب في هذه التأثيرات أو في جزء منها . ومما يجدر الاشارة إليه هنا أن تأثير السموم على الأجسام ما هو إلاّ نتيجة تراكمها وتجمعها فيه .

ولذا فإن كل تعرض للسموم حتى في أقل ما يمكن من التركيز سيكون له نتائج وخيمة حتى ولو لم يكتشف . وتجمع مثل هذه التأثيرات في الجسم، يحدث فيه نتائج عكسية خطيرة، وفي حالة التأثيرات الكيميائية نتيجة تراكم المواد السامة في أنسجة أجسامنا، فإن مثل هذه الحالة يمكن التغلب عليها بإزالة المواد السامة من الجسم وبالتالي سوف لن يكون لها ضرر دائم .

هذا الاختلاف بين الملوثات السامة وغير الثابتة يؤثر في عملية مراقبة

التلوث كله . وكما هو معلوم فإن معظم الملوثات هي غير ثابتة . وفي معظم الحالات كل الذي نحتاج إليه هو تخفيف المواد الملوثة بما يكفي لتصبح ذات نسبة تعتبر غير سامة وهكذا تحل المشكلة لأن هذا السم المخفف سيتغير كيميائياً إلى شيء غير ضار . وهكذا فان فضلات المجاري سوف تصب في المحيط المفتوح وسوف يتحلل السم بدون ضرر ، وغاز ثاني أكسيد الكبريت السام سوف يتبخر في الجو ويتخفف لدرجة غير سامة أو يدخل مع عناصر أخرى مثل كبريتات الأمنيوم والتي ليس لها صفة السمية قط ، طبعاً قد تذهب هذه الخطط خطأ ، فتيار العواصف العادي قد يُلقي بالفضلات على شواطىء الاستحمام كما أن الطقس غير العادي يمكن أن يعيق ثاني أكسيد الكبريت من أن يخفف ولكن وعلى وجه العموم فإن مثل هذا التخفيف الكامل والانتشار هي عوامل غير ثابتة مثل الملوثات غير الثابتة .

اليوم يشار إلى الملوثات الثابتة على أنها تلك التي تتحلل بيولوجياً ، وهي مشكلة جد مختلفة . وهي عندما تخفف الى نسبة غير ضارة يمكن أن تبقى في البيئة ولكن يحتمل أن يعاد تركيزها ، وربما يحدث هذا بواسطة الأحياء إلى مستوى خطر . فمثلاً يمكن للسمكة أن تركز مبيد الحشرات الكلورو عضوية من الماء الذي تسبح فيه بمعدل 10000 . ولكن يوجد حد لهذه العملية ، وبالتالي فإن التخفيف سوف ينتج دائماً حالات من المبيدات يفقدها الجسم تدريجياً ولا تزداد في الكم . وأيضاً البعض القليل من الملوثات الكيميائية الثابتة تبقى لا تتغير إلى ما لا نهاية ، لهذا فإن المخاوف من التلوث الدائم العالمي بالكيميائيات من قبل الانسان غالباً ما كان مغالى فيه ، علماً بأن الملوثات الثابتة هذه تكوِّن مشاكل صعبة جداً للذين يتعاملون معها . ومستقبلاً فإنه من المحتمل للتطور الصناعي أن ينتج أكثر وليس أقل من المواد الملوثة التي تقع في هذه الرتبة .

2.1 : التلوث السكاني

يصبح التلوث مشكلة خطيرة كلما ازداد التعداد السكاني، وكلما اتسعت دائرة التصنيع. والانسان البدائي العائش في أعداد قليلة كان له تأثيرات عكسية قليلة على بيئته، إذ إن فضلاته تمتص بواسطة الأنهار بدون ضرر، ودخانه يختفي حالاً في الجو، ولم تصبح فضلاته ضارة بالمياه والهواء إلاّ عندما زادت الأعداد السكانية وأصبح يعيش في المدن، كما وإن التطور الصناعي سبّب أضراراً خطيرة عندما وجهت المواد السامة في الأوضاع الغلط. ويجب التذكر بأن الانسان في معظم الحالات لم يخلق الكيميائيات السامة. ولدينا الآن مساحات كثيرة من التربة التي أصبحت قاحلة لوجود نسب عالية من الرصاص، الزنك، النحاس أو الزرنيخ فيها وكل هذه المواد حدثت وتكونت قبل أن تستخرج أو تنقل إلى المعامل الصناعية، إلا أن ضررها كان بسيطاً وهي في موقعها الأصلي تحت سطح الأرض.

إن تسمم التربة والخضروات لم يكن غير شائع ولكن انتشارها بواسطة التطور الصناعي زاد من تأثيرها. كما وإن الصناعة أوجدت أيضاً ملوثات جديدة لم تكن موجودة أصلاً مثل مبيد الحشرات الكلورين العضوي وثنائيات عديد الكلور التي سبقت الإشارة إليها.

من الواضح أن الخوف الكبير هو من عدم قدرتنا على وعي تلوثنا، وسكان العالم في تزايد مستمر، ويتوقع أن يتضاعف التعداد السكاني في سنة 2000 وحتى الآن فان التطور الصناعي ما زال مقصوراً على قلة من البلدان المتطورة، ولكن العالم كله يأمل في رفع مستوى معيشة الانسان إلى مستوى بلدان أوروبا الغربية وأميركا الشمالية، إلا أن كثرة الصناعات وازدياد السكان سيشكلان مشاكل عظيمة في توفير الغذاء والقوة والتخلص من بقايا

الفضلات. والاقتراحات التي تقول بأن تعدادنا سيتضاعف كل عشرين أو ثلاثين سنة حتى يصبح لا يوجد مكان لواقف قط هي ضرب من الهذيان. وقبل أن يحدث ذلك فإن عدد السكان كأي مخلوق آخر سيتقلّص بطرق أخرى وهذه الطرق قد تكون التلوث أو قد تكون الطاعون أو قد تكون إبادة بحرقة ذرية. ومن الواضح إذا أرادت البشرية أن تعيش فيجب التحكم في الازدياد السكاني بطريقة أو بأخرى.

وعلى المدى البعيد فهذه مشكلة الانسان الكبيرة. وفي نفس الوقت فإن الحياة يمكن أن تقارح إذا ما روقب التلوث وإذا ما منع تفسخُ بيئتنا. ولكن تأثيرات التحكم في التلوث ستكون صفراً إذا ما استمر ازدياد سكان العالم تصاعدياً بالمعدل الحالي.

3.1 : التأثيرات البيولوجية للتلوث

لقد أكدت على أن الاصطلاح «التلوث» يجب أن يستعمل فقط عندما يكون هناك ضرر كامن للانسان أو للبيئة. والضرر المادي للمباني والصفائح المعدنية بسبب التلوث الجوي يمكن رؤيته بسهولة، وكذلك الصدأ بواسطة التلوث المائي. وعلى أية حال فانني أعتقد بأن التأثيرات البيولوجية هي التي لها أهمية بالغة، وهذه غالباً ما يمكن اكتشافها بسهولة قبل أية تأثيرات كيميائية أو طبيعية. وفي كثير من الحالات فإن الخطر على صحة الانسان كمؤشر بيولوجي هو السبب المعقول لمراقبة التلوث.

وفي بداية هذا الفصل لقد حاولت التمييز بين التلوث الحقيقي وبين الوجود غير الضار للمواد كامنة التسمم. وقد أوضحت أن الفرق كان في بعض الأحيان صعب التوطيد، وعلى الأخصائي أن يبذل الجهد في سبيل تلك الغاية، كما وإنني أرى بأننا يجب أن نجرب منع الملوثات من الوصول إلى

مستوى يبدأ فيه التفاعل البيولوجي مثل « التغير في عملية البناء الخلوي » حتى ولو لم يكن ضاراً . وغالباً فإن التأثير المزمن للمواد السامة مثل أشعة إكس كان قد فهم في الماضي وهذا قد وسع تعريفي لما نسميه بالتلوث ليشمل مستويات من المواد كامنة الخطورة والتي بيّنتُ بأن لها تأثيراً بيولوجياً ظاهراً .

كل هذا يذكرنا بالسؤال حول المعايير القياسية ، وقد ذكر في السابق أن الأسماك يمكنها أن تقوم بتركيز بعض المواد السامة مثل مبيد الحشرات الكلورو عضوية ، وذلك بمعدل 10000 وهكذا فإن المياه التي تحتوي على D.D.T بنسبة جزء في 100 مليون ممكن أن تكون قاتلة للسمكة بينما يمكن أن يسكر الانسان ويعفى من العقوبة في حال تناوله جزءًا من المائة في المليجرام في كل لتر يشربه . وبالنسبة لهيئة المياه فإن هذا الماء يمكن اعتباره نظيفاً بينما بالنسبة لهواة الصيد فإنهم يعتبرونه كامل التلوث . وإذا كان لنا أن نهتم بكل بيئتنا فإنه يتوجب تبني الأعلى من هذين المعيارين . ولتطبيق هذا المعيار في الوقت الحاضر قد لا يكون دائماً عملياً ولكن على المدى البعيد فإن هدفنا يجب أن يكون تقليل الضرر الذي يمكن أن يبين . ومن ناحية أخرى فإنه من المهم جداً أن لا نضيع جهدنا محاولين التخلص من التلوث الذي ليس له تأثيرات بيولوجية على الانسان أو النبات أو الحيوان .

لهذا فإن قصدي في هذا الكتيب أن نركّز على التأثيرات البيولوجية للتلوث البيئي . وسوف لن أتعامل مع التغيرات الفرضية التي سيقوم بعض الكتاب مثيري المخاوف ويقولون لنا إن الخطر دائم ومن المحتمل أن يقوم بتخريب كل التوازن المناخي للعالم ، أو إنه يسبب إفساد الهواء الجوي ، لذا فقد اقترح بأن زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو كان نتيجة الاحتراق المتزايد للوقود ذي الأصل العضوي ، وهذا بالتالي سيعمل على محاصرة كمية

من الحرارة التي أُعيد بعثها من سطح الأرض جاعلة ما يسمى تأثير البيت الزجاجي، من أن يرفع درجة حرارة العالم عدة درجات، وهذا سيعمل على صهر الثلج القطبي الذي سيطفو ويعمل على الارتفاع في منسوب البحر، وببعض الحسابات يمكن أن يغمر فيضانها عدة مدن ساحلية وبعض الأراضي المحيطة ربما إلى عدة مئات من الأمتار فوق أعلى علامة للمد الحالي. ومن ناحية أخرى فإن الانتاج المتزايد للدخان من الصناعات، خاصة في الدول النامية، يمكن أن يعمل على تخفيض الارتفاع الحراري المتصل إلى الأرض من الشمس جاعلاً عصراً جليدياً جديداً مع توقع انخفاض في مستوى البحر، كما لوحظ أن تحليق الطائرات النفاثة على ارتفاع عالٍ ينتج عنه استهلاك كمية كبيرة من الأوكسجين وتصبح مخلفاته أدخنةً وأبخرة مائية مما قد يكون السبب في التحولات المناخية. كل هذه التغيرات يمكن أن تكون ذات تأثير مدمِّر بما فيها محتوياتها البيولوجية، وواضحٌ أنه إذا ما وجد أي تغيير في حدوث هذه التغييرات يجب أن نحاول أن نكون مستعدين له، وفي نفس الوقت يجب أن ننتبه إلى التغيرات المناخية في العالم لنرى ماذا يحدث فعلاً، وأنا شخصياً غير خائف من هذه الناحية كأغلب الجهات التي ترى وتعتبر أن تأثيرات الانسان على مناخ العالم قليلة جداً إذا ما قورنت بالتغيرات التي تحدث بدون تدخله، ويجب التذكر أننا سبق وأن صار لدينا عصر جليدي قبل بضعة آلاف من السنين وقبل أن يكون للانسان أي دخل في التلوث العالمي.

لقد نوقش احتمال تأثيرات التلوث على تركيب الغلاف الجوي، ونعلم أنه يوماً ما كان الهواء يحتوي على نسبة قليلة جداً من الأوكسيجين، والرجوع إلى هذا الوضع سيجعل اختناقنا لا شك فيه، والأوكسيجين هذا يستغل في عملية التنفس من قبل الحيوانات والنباتات والعمليات الصناعية، وتقوم عملية التمثيل

الضوئي في النباتات على الأرض اليابسة وفي البحر بتزويد الأوكسيجين، ولكننا مع ذلك نقوم بقطع الغابات وتسميم المحيطات وبالتالي التأثير على عملية التمثيل الضوئي التي تنتج الأوكسيجين. وهنا أيضاً فإنني لا أرى أي سبب للانزعاج، وحتى الدليل على أن البلانكتون النباتي في خطر من مبيدات الحشرات غير مقنع (انظر القسم 7). وحتى لو لم يتم التعويض عن الأوكسيجين المستعمل (وغالباً إذا لم يكن كله قد عوض) فإن المتواجد في الجو يكفي لعدة مئات من السنين. وبدون شك فإن التزايد غير المراقب لسكان العالم والصناعة سيؤثر في المناخ والجو، ولكن قبل أن يحدث هذا ستكون هناك مصائب قد دقت أجراسها.

التلوّثُ الجوّي

1.2 : مكونات الغلاف الجوي

إن الغلاف الجوي هو الطبقة الجوية السفلى، ويحتوي طبقة الهواء التي يعتمد عليها الحيوان والنبات في حياته وتغطي العالم إلى ارتفاع حوالى 10 كيلو مترات بنسبة 21% أوكسيجين و 78% نتروجين و 0,33% ثاني أكسيد الكربون والنسبة في الهواء الجاف. ويحتوي أيضاً على حوالى 1% غازات خاملة كالأرغون والهيليوم والنيون وغيرها. إن كمية الأبخرة المائية تختلف من 1% من الهواء الجاف البارد إلى 3 أو 4% خلال الفصل الرطب في المناطق الاستوائية، كما وإن رطوبة الهواء لها أهمية بالنسبة للحيوانات والنباتات، واختلافها له تأثيرات بيولوجية. إن رطوبة الهواء يمكن أن تعتبر نوعاً من التلوث إذا شئنا وكيف ما كان في عدة مواقع محلية (مثل الهواء الجوي الجاف جداً في بعض المباني التي هي مكيفة مركزياً والتي يحدث فيها تكثف البخار من خلال المداخن التي هي مشبعة جداً، فإن تأثير الانسان في هذه الحالة يكون غير ذي أهمية، ولغرضنا يمكننا إهماله.

قليلاً ما يؤثر التلوث على تركيب الهواء مثل تخفيض الأوكسيجين المعد للتنفس، فالتحقيق العظيم يمكن أن يحدث في مكان محدد مثل المنجم وليس في

حجرة مزدحمة مثل مدرج المحاضرات ونوافذه مغلقة. فالارتفاع (العلو) له تأثير كبير على نقص كمية الأوكسيجين. فنسبة الأوكسيجين على مرتفعات بننفز مثلاً أقل بحوالى السدس عن غيرها في السهل، والذي لا يمكن اكتشافه حتى بواسطة الأشخاص الأصحاء وفي الارتفاعات الشاهقة وخاصة الطائرات التي ليس بها ضغوط هوائية. إن نقص الأوكسجين أكثر خطورة، وزيادته مطلوبة لتسلق جبل أفرست.

معظم الملوثات تضاف عادة بكميات قليلة للهواء العادي، ويمكن التعبير عن كثافة التلوث بعدة طرق، وغالباً ما نتكلم عن وزن الملوث في حجم الهواء المعين. وهكذا فإن ثاني أكسيد الكبريت يتواجد كواحد مليجرام (أو 1000 ميكرو جرام) في المتر المكعب. وهذه الطريقة يمكن أن تستعمل للملوثات الغازية والصلبة، وعلى أية حال يمكن أن نتكلم عن الغازات ونقول: إنها أجزاء في المليون، والتي تعني عدداً من السنتيمترات المكعبة من الغاز في المتر المكعب. ويمكن أن يحدث التباس هنا. فمثلاً الأنسجة جزء في المليون يعني مليجرام واحد في الكيلو جرام من وزن الجسم. ولتحويل الأجزاء في المليون في الجو إلى مليجرام في المتر المكعب يمكن استعمال المعادلة الآتية:

$$\text{جزء في المليون} = \text{مليجرام/المتر المكعب} = \frac{22,4}{\text{الوزن الذري للغاز الملوث}}$$

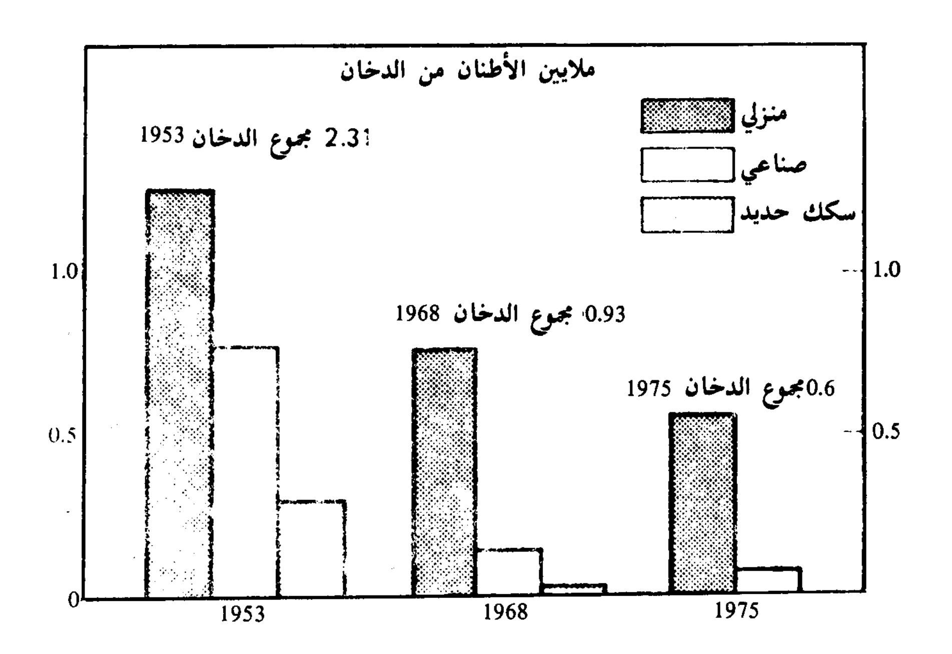
وهكذا فإن الهواء العادي يحتوي على 0,33% من ثاني أكسيد الكربون (الوزن الذري 44) ويمكن أن يصبح 330 جزء في المليون أو 660 مليجرام/المتر المكعب. ومثله ثاني أكسيد الكبريت (وزنه الذري 64) يتواجد بنسبة 0,3% جزء في المليون، ويمكن كتابته 1 مليجرام/المتر المكعب.

إن تأثيرات معظم الملوثات يعتمد أساساً على تركيزها وإذا كان عالياً فإن

تأثيره الحاد سيلاحظ، وفيما يخص الانسان فإن نسب الانبعاث في الهواء الذي يتنفسه عادة ما يكون أقل بكثير من تلك الحالات الحادة التأثير المنتجة. إن الأماكن التي بها تلوث عالٍ يمكن الابتعاد عنها قصداً، والتأثيرات المزمنة يمكن أن تحدث ولكن من الصعب ملاحظتها ما لم تجر دراسات إحصائية عن الحالات الجلدية في عدد كبير من السكان. كذلك فإن بعض النباتات أكثر قابلية للتسمّم من الانسان، فقد تظهر عليها بعض الأعراض من التسمم بينما يظهر الحيوان وكأنه لم يمس. ويمكن أن يستفاد من استعمال هذه النباتات الحساسة كمؤشر للتلوث خاصة عندما يمكن أن توحَّد نتائج التعرض لنسب مختلفة ولفترة زمنية محدودة.

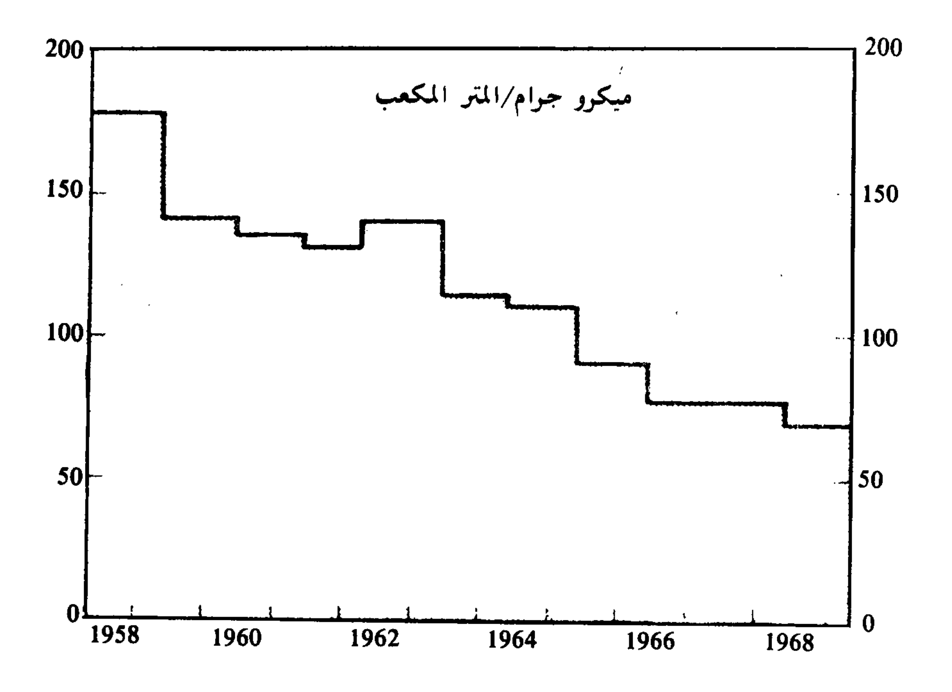
2.2 : الوقود ذو الأصل العضوي

إن احتراق الوقود المستخرج من باطن الأرض مثل الفحم والبترول هو من أهم أسباب تلوث الهواء. فالفحم يخلف عدداً كبيراً من الجزئيات من مختلف الأحجام. أكبرها يكون الغبار وأصغرها الدخان. والغبار يترسّب قريباً من مصدره ويتراكم بسرعة حوالى كيلو جرام/م^2/للسنة، وهذا ما يجعل مدننا قذرة وسوداء مظلمة، ووزنه الثقيل ضار بالخضروات ويصدم الذين يتنشقونه. إن الأجزاء الكبيرة يحتمل أن تخرج من الرئتين بالعمليات الصعبة التي تجعل التنفس صعباً وكذلك فإن الضرر يقل عما كان متوقعاً. ولحسن الحظ فإن الناتج من الدخان بواسطة الصناعة في بريطانيا هو الآن جزء بسيط بالنسبة للمتصاعد منذ عشرين سنة سابقة (شكل 2 - 1) والمشكلة لا زالت مستمرة في بعض أجزاء العالم الأخرى، ولكن من الواضح أنه يمكن التغلب عليها. وعلى أية حال فإن الغبار لا يبقى معلقاً في الجو مدة طويلة وعادة ما يتم ترسيبه في مساحة محدودة.



الشكل (2 - 1)

انبعاث الدخان في سنتي 1953 ، 1968 في المملكة المتحدة والتنبؤات لسنة 1975 (من تقرير البعثة الملكية للتلوث البيئي لسنة 1971) .



الشكل (2 - 1)

متوسط تركيز الدخان قرب مستوى سطح الأرض في المملكة المتحدة 1958 - 1968، (البعثة الملكية للتلوث البيئي 1971).

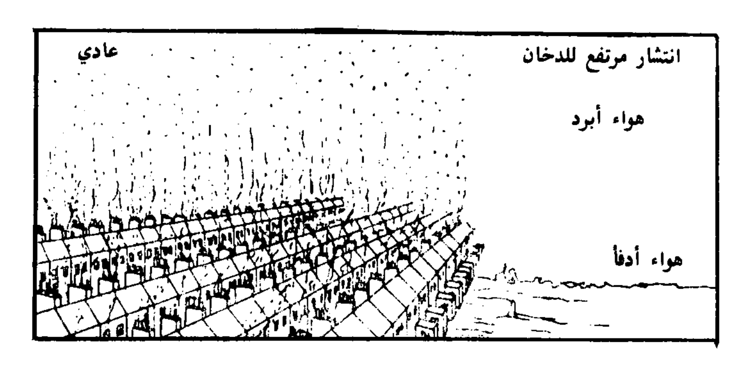
الأجزاء الصغيرة من الدخان تبقى لمدة طويلة معلقة في الجو، ومعظمها يمكن تنشقه حيث يبقى في الرئتين ويعمل على تسويد الأنسجة. ولقد افترض أن التعرض للهواء الملوث بالدخان ضار بالانسان ولكن توجد دلائل قليلة على ذلك ما عدا ما سيوضح مؤخراً عندما يصبح الدخان عبارة عن عنصر من عناصر الضباب. حتماً في الضباب يتم تركيز التلوث لدرجة أن نسب جزئيات الدخان تصبح أعلى مما لو كانت عليه تحت ظروف جوية أخرى، (الشكل - 2

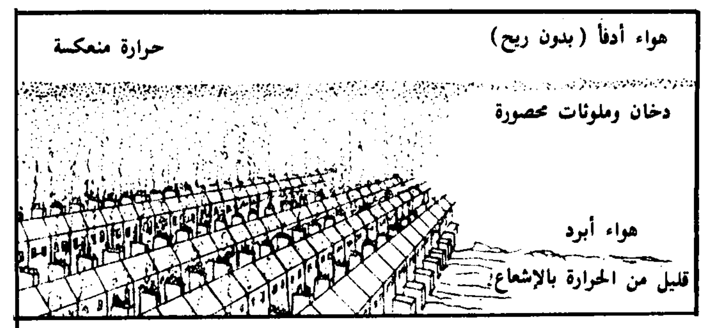
2، 2 - 3) . هناك قليل من النتائج المعملية الجلدية الدالة على تأثير الدخان ما عدا نتائج تدخين السجائر حيث نسبة الملوث أكبر من أي مصدر احتراق آخر.

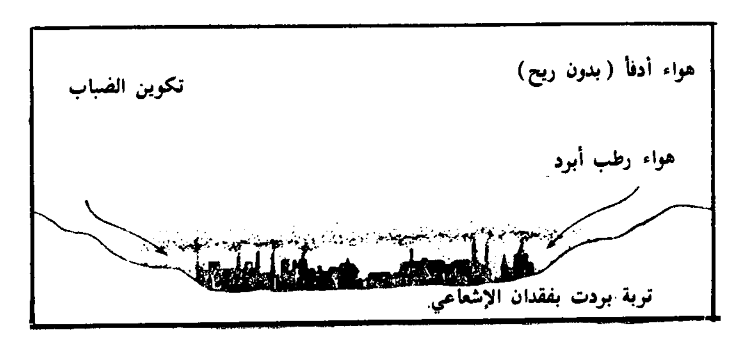
2 - 3 : التلوث بالكبريت

الملوث الآخر من الوقود ذي الأصل العضوي هو الكبريت والذي ينبعث غالباً كغاز ثاني أكسيد الكبريت حيث ينتج حوالى ستة ملايين طن في بريطانيا سنوياً (شكل 2 - 4 ,2 - 5 ,2 - 6) النسبة العالية في الدول الصناعية هي من صنع الانسان نفسه، ولكن الانتاج على الكرة الأرضية يعادل حوالى 70% منه من مصادر طبيعية (مثل تحلل النبات في الأوحال) . ومن ناحية أخرى لا توجد مشكلة من تواجد نسبة الكبريت إذ لا تتجاوز هذه 0,1 جزء في المليون، وهذا لا يقترب من النسبة التي تظهر فيها الأضرار على الحيوانات أو النباتات. وظاهرة مهمة أخرى وهي أن ثاني أكسيد الكبريت لا يبقى طويلاً في الجو، وعادة يتحد مع الأمونيا الموجودة في الجو ويتحول إلى كبريتات الأمونيوم، وهي مادة ليس لديها خواص سامة. وهذا التحول قد يحدث في دقائق أو ساعات تحت رطوبة ساخنة وهي دائماً تتم في يومين. وهكذا وبالرغم من أن التلوث بالكبريت يمكن أن يعبر الحدود الدولية إلا أن التقارير الدالة على أن نسبة خطيرة انتقلت عرض القارة هي مغالى فيها .

نحن نعرف الآن عن سموم ثاني أكسيد الكبريت أكثر بكثير مما نعلم عن الدخان. ولقد أوضحت التجارب التي أُجريت مع متطوعين على أنه لا يوجد تأثير في نسبة جزء واحد في المليون (3 مليجرام في المتر المكعب) . وهو التركيز الذي نادراً ما وجد في المدن البريطانية. وقد وجد أحياناً أن هناك نسبة عالية في بعض المنشآت الصناعية بالرغم من أن العمال يشكون من انسداد



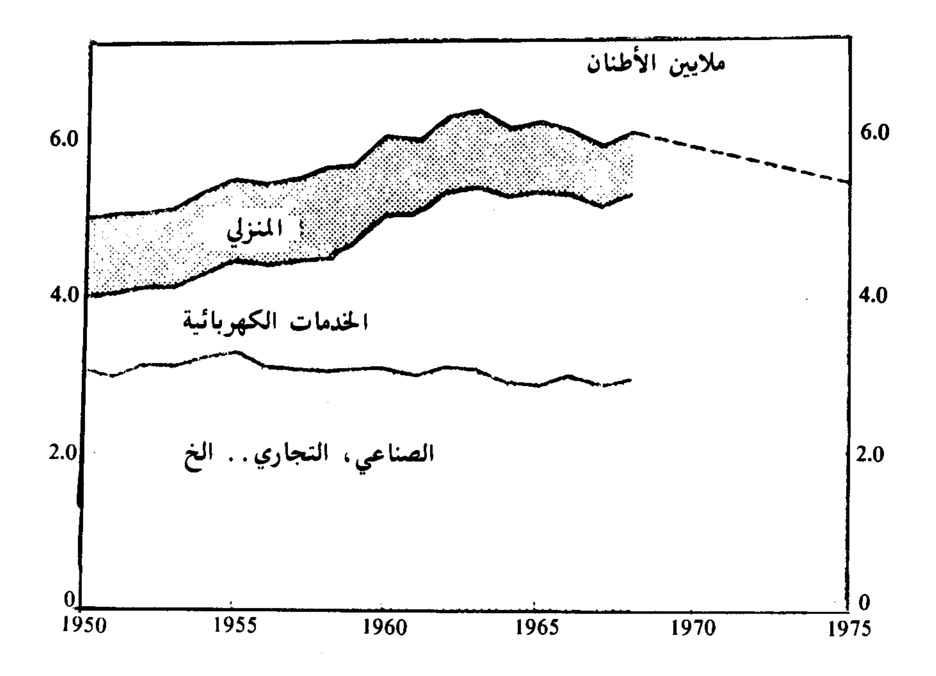




الشكل (2 - 3)

ميكانيكية زيادة درجة الحرارة

هذه الرسوم التوضيحية تبين كيف أن التغير في درجة حرارة الهواء يستطيع أن يحصر الملوثات في الضباب الكثيف القريب من سطح الأرض كثيراً من المدن البريطانية بحكم موقعها تتعرض خاصة لهذه الأخطار (من تقرير لجنة الكلية الملكية للفيزيائيين 1970 م).

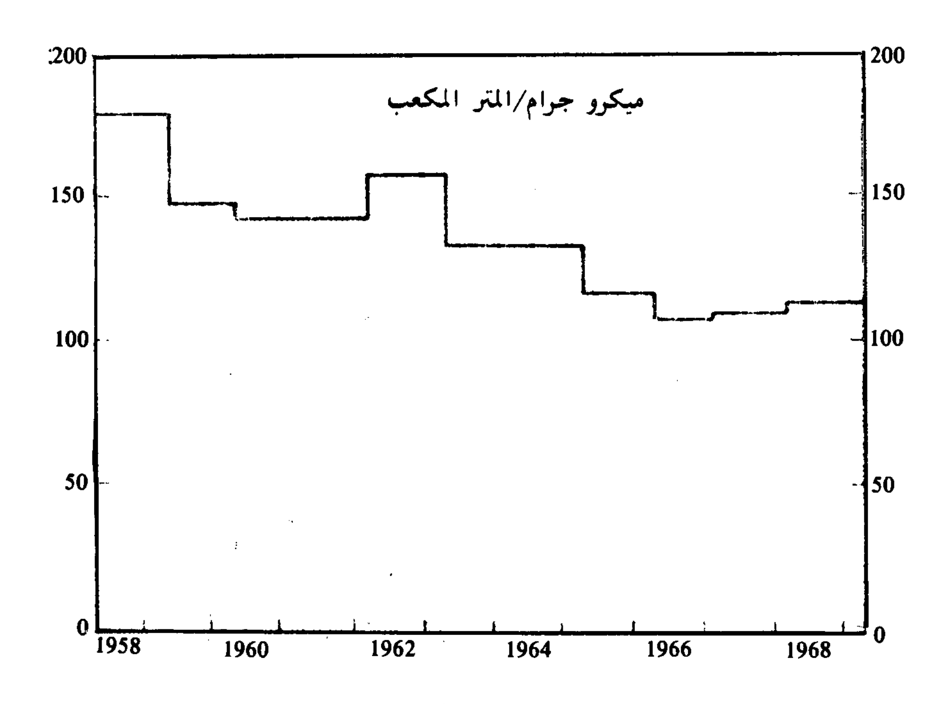


الشكل (2 - 4)

انبعاث ثاني أكسيد الكبريت في المملكة المتحدة ما بين 1950 - 1968 مع التنبؤ لسنة 1975 معتمداً على السياسة البترولية (س، ا م، أن، دي 3438)، (تقرير البعثة الملكية للتلوث البيئي 1971 م).

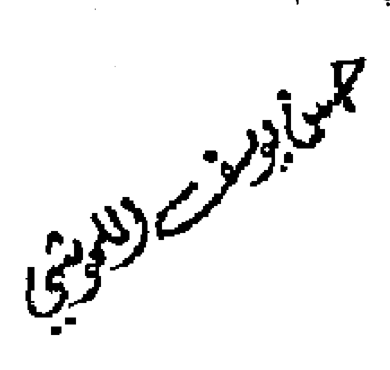
أنوفهم نتيجة البرد، وهذا في حد ذاته تأثير مفيد إلا أنه يجب الاحتياط في الاستمرارية، إذ إن له تأثير فسيولوجي وقد يؤدي مع طول الوقت الى أضرار خطيرة.

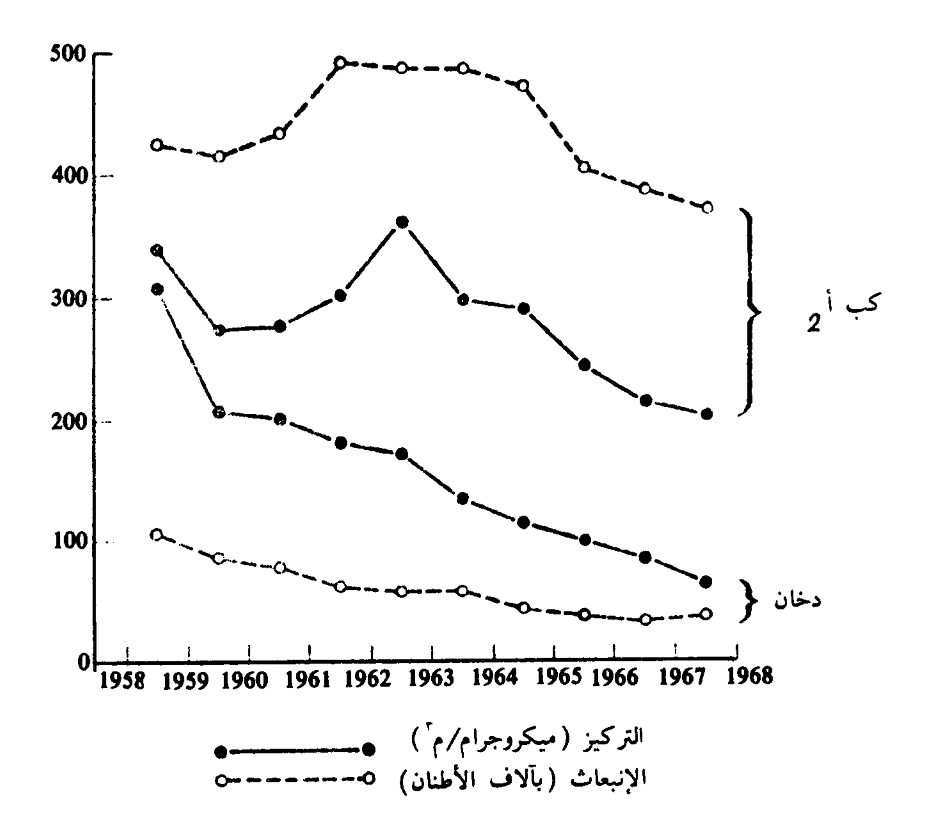
تشير الدلائل إلى أن النباتات أكثر قابلية للضرر بثاني أكسيد الكبريت من الحيوانات. فنسبة 1-0,1 جزء في المليون قد أثبتت أنها تسبب أعراضاً مثل قلة الإنتاج في المحاصيل وتبقيع الأوراق. كما وأن الأشجار المخروطية تنمو



الشكل (2 - 5)

متوسط تركيز ثاني أكسيد الكبريت قرب مستوى سطح الأرض ما بين 1958-1968 في المملكة المتحدة، (تقرير البعثة الملكية للتلوث البيئي 1971 م).





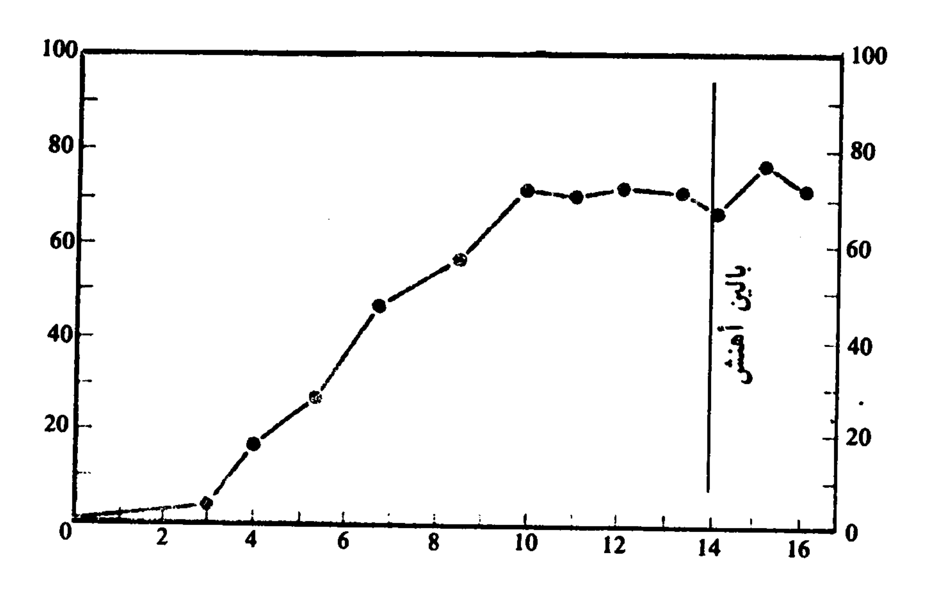
الشكل (2 - 6)

التغيرات في انبعاث الدخان وثاني أكسيد الكبريت وتركيزاتها في هواء لندن (من تقرير لجنة الكلية الملكية للفيزيائيين 1970) فتطبيق لائحة الهواء النظيف لسنة 1956 في لندن قد ساعد كثيراً في تخفيض كمية الدخان المنبعث وأيضاً خفض تركيزه لكن انبعاث ثاني أكسيد الكبريت لم يغير كثيراً، لكن طريقة انتشاره قد خفضت تركيز هذه الملوثات في هواء لندن.

بصعوبة أو قد تموت في بعض المناطق الزراعية. والآن بدأنا نشك في أن النقص في إنتاج المحاصيل يمكن أن يحدث حتى في نسبة من ثاني أكسيد الكبريت غير كافية لتسبب نقص الإنتاج.

إن مجموعة النباتات التي درست بالتفصيل هي الأشنات، وكثير من أنواعها غير متواجد في المناطق القريبة من المدن نتيجة قابليتها للتأثر بثاني أكسيد الكبريت، وواضح أنها تستخدم كمؤشر حساس وإذا مانعت من استوائها على منطقة معينة فيها نسبة ثاني أكسيد الكبريت أقل من 0,02 جزء في المليون. فواضح بأن هذا التركيز له تأثير بيولوجي ولا يجب الإسراع في القول اعتباطاً بأنه سوف لن يتأثر أي نوع من الحياة بما فيها الإنسان (شكل 2 - 7).

وكيف ما كان توجد حالة أخرى يكون فيها التلوث بالكبريت أمراً

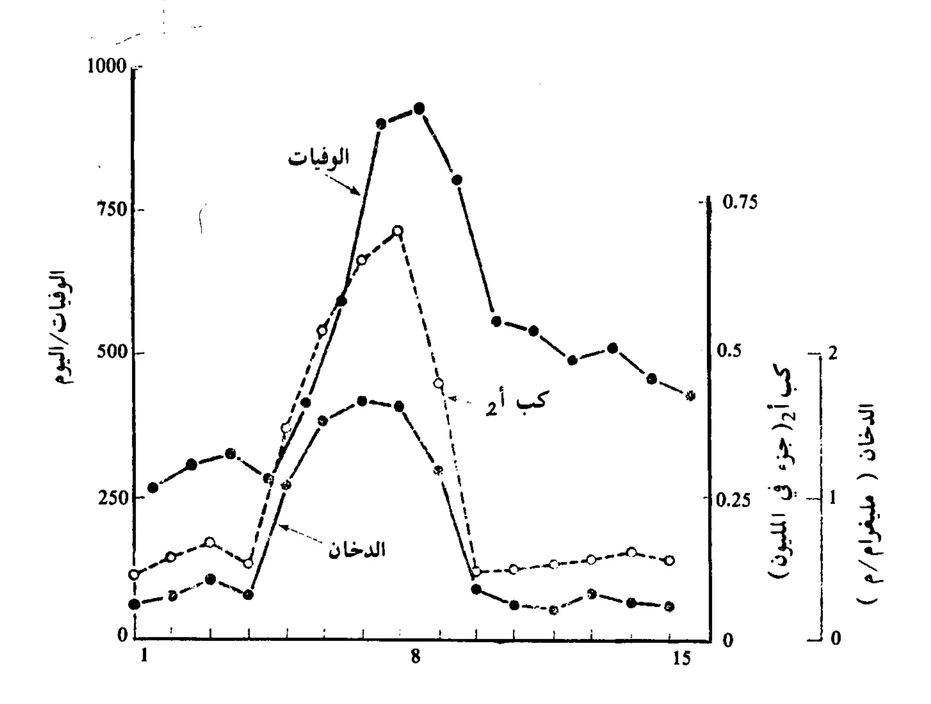


الشكل (2 - 7)

زيادة الغطاء اللشني خارج مدينة بلفاست (أف، فنتون، ميلا ني 1967).

مستحباً، إذ إن بعض أراضينا تفتقر لهذا العنصر. والإنتاج الخصب ـ خاصة في العشب ـ قد أُعزي إلى ترسب الكبريت من الجو. وهنا أيضاً أنا أتعامل مع هذه الحالة بحذر، وحتى التأثير النافع وهو تأثير فسيولوجي يحدث في منطقة معينة قد يعني زيادة بسيطة في نسبة الكبريت زيادة عن الحد المألوف يسببه ضرر مستديم في منطقة أخرى مجاورة. والملوث الذي لا تأثير له يمكن أن يتغير بأمان أكثر من الذي هو ذو تأثير مفيد تحت ظروف ملائمة جداً. وتواجد نسبة من ثاني أكسيد الكبريت في وبجانب مدننا سيضر بالتأكيد النباتات التي لها قابلية حتى ولو لم يكن الإنسان في خطر. وأنا أعتقد بأنه يجب أخذ الحيطة أكثر، حتى إن عملية انبعاثه بواسطة مداخن عالية قد سببت في انخفاض نسبته في الأرض في معظم مدن بريطانيا مع ملاحظة ازدياد إنتاجه المستمر. وتفيد التقارير الحديثة من أميركا أن الكبريت يمكن استخلاصه تجارياً بواسطة استخراجه من غازات المداخن وبآمال مشجعة. وهذه الطريقة قد طورت بنجاح في بريطانيا في الستينات، ولكن العمل بها قد توقف نتيجة انخفاض سعر الكبريت إلى أقل من سعر كلفة استخلاصه، وعلى المدى البعيد أعتقد أنه يمكننا أن نخفف التلوث بالكبريت بهذه الطريقة بكلفة مناسبة وربما كانت مربحة أيضاً.

يتضح أن الملوثات الرئيسية الناتجة عن احتراق الفحم يمكن أن تكون ضارة للإنسان وبيئته، ولكن هذا غالباً ليس خطيراً جداً، ويحدث الضرر الحقيقي عندما يساعد الدخان في تكوين الضباب، كالذي حدث في لندن في ديسمبر 1952 م. والشكل (2 - 8) يوضح كيف ازداد مستوى الدخان بثاني أكسيد الكبريت في الفترة من 5 - 9 ديسمبر وكيف أن حالات الموت ازدادت بسببها أكثر من الضعف وقد تبين أن هذا ما كان إلاّ نتيجة الحالة الجوية عندما كان الهواء لا حركة له كما رافقها حالة حرارة منعكسة حاصرت الملوثات



الشكل (2 - 8)

معدلات الوفاة والتلوث من ضباب ديسمبر 1952 : لقد بقي الضباب من 5 إلى 9 ديسمبر : المنحنيات تمثل الزيادة في عدد الوفيات وكذلك الارتفاع في ثاني أكسيد الكبريت والدخان في الهواء : قام مكتب المسجل العام بتزويد أرقام الوفيات هذه : مستويات التلوث سجلت في اثني عشر موقعاً بلندن (من تقرير لجنة الكلية الملكية للفيزيائيين 1970) .

وركزتها في المستوى الأسفل لطبقات الغلاف الجوي . ولقد كان المجموع الكلي لحالات الوفاة من مصابي الالتهاب الشعبي والالتهاب الرئوي وبعض أمراض الرئة الأخرى وأمراض القلب هو حوالى 4000 حالة زيادة عما كان متوقعاً في نفس الفترة .

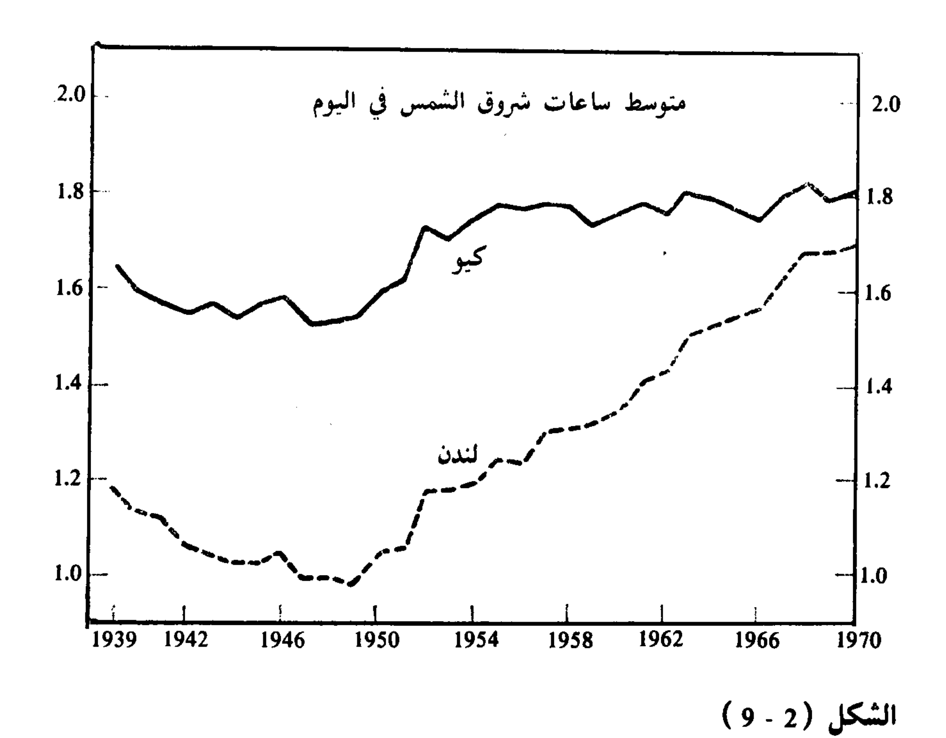
نحن لا نعلم ما هي أسباب الوفاة ، فنسبة ثاني أكسيد الكبريت كانت 0,75 في المليون ، ونسبة الدخان وصلت إلى 1,5 مليجرام في المتر المكعب ، وهذه

النسبة هي غير كافية لأن تكون ذات تأثير خطر. إن بعض الملوثات كانت موجودة مثل: حامض الكبريت وبعض أوكسيدات النتروجين. ومن المتعارف عليه بأنها سامة ولكن ليس في هذه النسبة المنخفضة. ويتألم الانسان عادة عندما يكون الجو بارداً وهذا ما حصل في هذه الفترة. وقد فسرت حالات الوفاة عموماً كأنها نتيجة اتحاد هذه العوامل المختلفة.

لقد كان موت 4000 شخص كارثة ولكن هذا يطابق أقل من $\frac{1}{2000}$ من مجموع السكان الذين هم في خطر. وهذا يؤكد أن عمل التحري شاق. وهكذا فان في تجارب الحيوانات المراقبة في حالة الوفيات المماثلة يتطلب أن يكون الرقم 110,000 في الاثنين للحصول على نتائج محتملة. لهذا فإنه ليس من المدهش أننا لا زلنا غير متأكدين من التأثيرات للملوثات المختلفة بالتحديد.

4.2 : لائحة الهواء النظيف

ضبخن سنة 1952 أثار القرار الحكومي الذي نتج عنه في 1956 م إعلان قانون « الهواء الخالي من التلوث ». ومنذ ذلك الحين أمكن التحكم في إنتاج الملوثات وخاصة الدخان. وبالرغم من التطـور الذي طـرأ في الصنـاعـة مـن استعمال الفحم وتكاليفه المرتفعة إلى استعمال زيت البترول والذي لا ينتج عنه دخان كثير. إن بعض التحسن قد طرأ منذ أن بُدىء تنفيذ القانون، خاصة وأن بعض الشركات قد التزمت به تماماً. وهذا القانون جعل في مقدور السلطات المحلية أن تخصّص مناطق خالية من الدخان حيث منعت استعمال الفحم الخشبي أو الأخشاب في المدفآت. وقد ظهر التحسن في لندن وبعض المدن الأخرى واضحاً رغم أن شمال إنجلترا الصناعي كان التقدم فيه سيئاً وبطيئاً. وفي السنوات القريبة الماضية عندما تشابه الطقس بذلك الذي كان في ديسمبر 1952 م، لم يظهر إلا القليل من الضبخن ولم ترتفع نسبة الوفيات (شكل 2 - 9).



الشكل (2 - 9)

اتجاه شروق الشمس في فصل الشتاء (ديسمبر - فبراير) في مركز الارصاد الجوي في لندن ومراقبة مدينة كيو (البعثة الملكية للتلوث - البيئي 1971 م).

تساهم محركات البنزين والمازوت في كثير من التلوث الجوي. وكثيراً ما لوحظ بأن الشاحنات تخرج منها أدخنة سوداء من مدخناتها. والسيارات عرف عنها إخراج بعض المواد السامة التي تشمل أول أكسيد الكربون وأكسيدات النيتروجين والأوزون وبعض الهيدروكربونات غير المحترقة والرصاص. ويبقى السؤال الصعب للإجابة عليه وهو تحديد مقدار الخطر بالنسبة للإنسان وبيئته بالملوثات.

إن محرك المازوت الذي يحسن صيانته ينتج كمية ضئيلة من التلوث، والدخان الذي يظهر من حين إلى آخر هو نتيجة إهمال أو خلل في المحرك،

ويوجد قوانين تضع نهاية لدخان محركات المازوت ولكن من الواضح أنها غير مطبقة . وعلى أية حال فالنسبة الحالية لأدخنة محركات الديزل لا تضر كثيراً صحة الانسان ولا الحيوان ولا النبات حتى ولو كانوا شبه مخدرين .

يتكون الخطر الحقيقي والواضح من محركات البنزين ذات الملوثات عالية النسبة والتي تسبب الموت نتيجة التسمم بأول أكسيد الكربون وهذا ما يحدث عندما يترك محرك السيارة في حالة عمل في كراج مغلق . وقد اهتم مؤخراً بأول أكسيد الكربون في شوارع المدن المزدحمة لأن له قابلية عالية في الاتحاد مع الهيموجلوبين في الدم مكوناً مركب كاربوكسهيموجلوبين الذي يمنع نقل الأوكسيجين إلى خلايا الجسم . وعلى أية حال دلت الدراسات في أماكن ازدحام المرور بأنه قلما ارتفعت نسبة كاربوكسهيموجلبين على 4% ، ولهذا لم تظهر أية تأثيرات عكسية على سلوك أو قدرة الضحية ، حيث إن الشخص الطبيعي غير محتمل أن يتغير ، إلا أولئك الذين عندهم فقر الدم؛ بحيث تظهر عليهم أعراض نقص الأوكسجين ، إذ إن نسبة أعلى من « كاربوكسهيمو جلوبين » توجد عند مدخّني السجائر وبدون تأثيرات ظاهرة . ولكن الاهتمام بأول أكسيد الكربون يجب أن يُهمل في المخيلة إذا ما تضاعفت أرقام السيارات في بريطانيا في الخمس عشرة سنة القادمة ، كما وأن معظم شوارع المدينة قد تلوثت من ازدحام السيارات ، فالهواء لا يتحمل أكثر ما فيه في هذه المناطق الملوثة ، وازدياد السيارات سوف يتطلب البحث عن أماكن أخرى لها ، علماً بأنني لا أعتقد أن نقبل بنسبة أول أكسيد الكربون الحالية حتى ولو لم تتسبب بأضرار كبيرة ، والأسبقية يجب أن تكون في تحسين المحركات لتقليل انبعاث هذه المادة .

5.2 : ضبخن الكيمياء الضوئية

إن أكاسيد النتروجين الحاصلة عن احتراق النتروجين داخل محرك سيارة هي مادة سامة في حالة وصولها إلى تركيز عال . ولكن هذا قلما يحدث في الهواء الملوث من غازات مداخن السيارات . وفي الحوادث الصناعية فإن أول أكسيد النيتروجين يمكن أن يسبب الوفاة والضرر الخطير في الرئتين للأحياء . وقد اعتبر بأن 5 أجزاء في المليون نسبة غير ضارة في مجال الصناعة وقد وجدتُ بأن أعلى نسبة وصلت إليها في لندن هي 0,2 جزء في المليون في حين أن النسبة العادية هي جزء واحد من هذه النسبة، ولهذا فإن حدود الوقاية المشار إليها تعتبر منسيّة ولكن الاهتمام بهذه المواد يأتي خوفاً من تكوين ما يسمى « الضبخن الكيميائي الضوئي »، ويجب التأكد بأن الأخير لا يشبه الأول ما عدا الرؤية المحجوبة والتي سبق وصفها في هذا القسم . وربما لسوء الحظ فإن نفس الكلمة استعملت « ضبخن الكيمياء الضوئي » وكانت مشهورة أو مستعملة في كاليفورنيا . وهذا ينتج من مداخن العديد من السيارات السابق ذكرها . وعندما تتغير درجة الحرارة فجأة فإن المواد الملوثة تصل إلى تركيز عال في الهواء بالقرب من الأرض، وحتى عندما يُحدث هذا قليلاً من الضرر فإن ذلك يمكن كشفه ما لم تكن هناك شمس ساطعة جداً . تحت هذه الظروف تنتج نيترات البروأكسيل (ب، أ، أن) وهي مواد ذات درجة ملحوظة من النشاط الحيوي . وهذه التركيزات أقل بكثير مما لدينا في السابق والتي اعتبرت في حدود أجزاء في المائة مليون وتسبب أضراراً للمحاصيل الزراعية، حتى أن تركيزاً قليلاً فيها يمكن أن يسبب هياجاً في عين الإنسان، والتعرض المستمر حتى لأقل من هذه التركيزات يمكن أن يسبب تأثيرات خطيرة .

إن ضبخن الكيمياء الضوئي مشكلة خطيرة في معظم أجزاء العالم وفي كاليفورنيا التي غالباً ما قيل أنها متضررة . ولكن هذا يمكن أن يحدث في أي

مكان توجد فيه محركات البنزين والحرارة المنعكسة وضوء الشمس الساطع. ولقد وجد في أجزاء أخرى من أميركا واليابان وأحياناً في أوروبا. وقيل إنها توجد في الدول المنخفضة ولكن حتى الآن لم تصل إلى الشدة الموجودة بكاليفورنيا. ورغم وجود تقارير تقترح وجود (نيترات البروأكسيل) في بريطانيا لا توجد حالات تستحق أن توصف بالضبخن، ومعظم الجهات المسؤولة تعتقد أنه من غير المحتمل أن تصل نسبتها إلى النسبة الخطيرة. ويوجد سبب آخر يؤكد عدم احتمال تواجد الضبخن الكيميائي الضوئي في بريطانيا.

لقد أظهرت الدراسة أن أول أكسيد الكبريت يمنع فعلاً انتاج الضبخن الكيميائي الضوئي وهذا ما يُعزى إلى قلة الضبخن في نيويورك. وفي بريطانيا فإن الأماكن التي يمكن أن يتكون فيها الضبخن هي التي فيها ثاني أكسيد الكبريت. وكيف ما كان فإن هذا ليس سبباً وجيهاً في تأخير مراقبة التلوث بالكبريت، وقد اتخذت الاحتياطات في أمريكا للحد من ضبخن الكيمياء الضوئي حيث زودت مداخن السيارات بأجهزة تخفض من إنتاج الغازات السامة الملوثة. ومن المحتمل أن تتبع نفس الخطوة لدرجة أن الضبخن سوف لن يكون له وجود في بريطانيا إذا ما استطعنا تقديم هذه الاحتياطات. وحتى إذا كانت هذه الاحتياطيات لا لزوم لها فزيادة النقاوة سوف لن تضر.

6.2 : التلوث بالرصاص

إن الرصاص هو ملوث آخر للهواء يصدر عن السيارات، وهذا ما يحدث عندما يضاف رُباعي أثيل الرصاص إلى البنزين لزيادة الكفاءة، ومن مساوىء هذه أن الرصاص يجعل التحكم في الملوثات الأخرى بواسطة طرق التقطير غير عملية، إذ إن الرصاص يقضي على الحفاز، وهو أيضاً ملوث في حد ذاته. إن الحياة النباتية بجانب الطرق المزدحمة قد تحتوي على 500 جزء في المليون (في

الوزن) من الرصاص، وبهذه الحالة فهـو غير منـاسـب للاستهلاك بـالنسبـة للحيوان أو الانسان . والتلوث عادة لا يبعد كثيراً عن الطريق وقلّما ثبت تلوث المحاصيل . ولكن ما يجب الاهتمام به هو الرصاص الذي يكون على شكل ضباب أو دخان والذي يتنشقه سكان المدن . وحتى الآن فان عمليات المسح أظهرت نتائج مشجعة قليلاً . فالعمال الذين يعملون في الورش بأميركا والذين تعرضوا كثيراً توجد في دمهم نسبة 60 ميكرو جرام من الرصاص في كل 100 سم^{3} وفي مجموعة تعد على الأصابع فقط . وهذه النسبة هي تحت المعدل الخطر الذي قررته أو أوجدته الجهات الصحية المسؤولة حتى إن بعض سكان المدن الآخرين بمن فيهم شرطة المرور لديهم كمية قليلة . وعلى أية حال فإن تقنيناتنا يمكن أن تكون غير دقيقة جداً . وأنا أؤيد الاقتراح الداعي إلى منع زيادة الرصاص في البنزين على أن لا تضاف مادة أخرى قد تكون أكثر خطورة، لأن احتمال احتواء البنزين الخالي من الرصاص على كمية أكبر من هذه المواد يمكن أن تكون أكثر خطورة على العاملين بالسائل نفسه .

وفي أميركا اهتم العلماء باحتمال إنتاج أملاح التغذية من النيترات الناتجة من التأكسد الطبيعـي لأوكسيـدات النيتروجين النـاتجة مـن وقـود المحـركـات وكبريتات الأمونيوم الناتجة من ثاني أكسيد الكبريـت حيـث يمكـن لغـازات المداخن أن تكون مسببة في نقص تغذية النبات وبذلك تسهم في تلوث الأرض والماء . إن كمية هذه العناصر قيل بأنها تساوي جزءًا لا بأس به يمكن أن يكون ثلث الكمية للمواد الكيميائية المشابه المستعملة في الزراعة . وعلى أية حال يجب التذكر بأن هذه الأسمدة تستعمل على نطاق ضيق من المساحة الاجمالية في الولايات المتحدة الأميركية . وأعتقد ـ في الوقت الحاضر على الأقل ـ أن هذه العناصر الملوثة منتشرة على كل البلاد وليس لها تأثير ضار إذ في معظمها تتواجد بكمية تتراوح من 1 - 2 كيلو جرام في كل هكتار وهي تحت نسبة

اكتشاف أي تأثير .

7.2 : قانون وتعيين المواد القلوية

يشكل اليوم الدخان وثاني أكسيد الكبريت والتلوث من المركبات معظم اهتمام الصحة العامة، وقد بينتُ في السابق معظم الأضرار من المصادر الصناعية . وأول قانون للقلويات صدر سنة 1867 م وكان مبدئياً للتحكم في تكوين حامض الهيدروكلوريك من مصانع القلويات . ولا زالت هناك عدة مساحات بجانب المصانع القديمة عقيمة لا جدوى منها نتيجة لتلوثها بملوثات كالنحاس، والزنك والخارصين . وقد توفرت التحسينات بعض الشيء في بريطانيا والفضل يرجع فيه إلى رجال القضاء (المفتشين) هذه الهيئة المستقلة التي أنشئت من قبل الدولة لديها واجب ليس بالسهل في مراقبة الملوث المعين بأحسن الطرق العلمية .

إن هذه الطريقة قد انتقدت من قبل الذين يظنون أنه يمكن تعيين نسبة قانونية لا يمكن أن يتعداها الملوث . ويشك في أن هذه الطريقة قد استجلبت من الخارج وإلاّ لكانت بريطانيا اليوم أكثر اتّساخاً من ذي قبل إذا ما طبقت المعايير العالمية التي وضعت للأماكن الأكثر اتساخاً في العالم، وأيضاً لوجد اتجاه محاولة الاحتفاظ بانبعاث الملوث فقط تحت النسبة الممنوعة . وقد انتقد المفتشون لكونهم في بعض الأحيان لم يكونوا شديدين لسماحهم باستعمال المواقع القديمة والمستمرة في تلويث الهواء ولكن النتيجة في النهاية كانت دائماً أقل من تلك الموجودة في بعض البلاد التي لديها القوانين الصارمة ولكنها متساهلة في تطبيقها .

يستمر في بعض الأحيان وجود نسبة عالية من التلوث حول جدران بعض المصانع وهنا مثلاً ثاني أكسيد النيتروجين يمكن التحكم فيه لمنع تضرر العمال

وذلك بأن يلبسوا أقنعة من بعض المواد غير القابلة للاحتراق ولا توصل الحرارة، ولتمنع عنهم وصول الغبار الذي قد يسبب لهم مرض الرئتين واحتمال سرطان الرئة.

إن غبار المواد الصلبة غير القابلة للاحتراق يمكن أن يُحمل في الهواء إلى المدن عن طريق السيارات، وقد اقترح بأن هذا الغبار يسبب أخطاراً صحية رغم أن الدلائل الموجودة تقترح أنه لم يحدث أن وصلت نسبة هذه الأوضاع إلى بداية الخطر.

إن خطر ملوث صناعي اليوم هو الذي يأتي عن طريق مصانع الآجر والألمنيوم حيث يقوم ثاني أكسيد الكبريت بأحداث أضرار للمحاصيل الزراعية في المناطق المجاورة بسبب المداخن القصيرة في المصانع القديمة، ولكن المصانع الحديثة تتخلص من الغاز بواسطة المداخن الأكثر علوّاً، وبطرق أكثر كفاءة.

يقوم الفلور حتى في نسبة 0,1 جزء في المليون بإحداث أضرار خطيرة للنباتات، وهكذا فإن صهر الألومنيوم في النرويج تحت قاعات الأودية حيث تحيط بها عدة كيلو مترات من أشجار الصنوبر، هذه الأشجار هي ميتة أو في حالة موت. أما في بريطانيا فقد أذيع بأن الفلور يقوم بأضرار المحاصيل الزراعية ولكن أكثر الأخطار هي بوجود الفلور على الأعشاب حيث تركزه وعندما تتناوله الأبقار تتضرر. أما التسمم الخفيف فيجعل نقطاً سوداء على الأسنان، ولكن في بعض الحالات الشديدة تصبح عظام الجمجمة رخوة، وبالتالي تموت الحيوانات. ولمعظم مصانع الصهر هناك مداخن عالية لمنع الضرر المحلي ولكن التسمم بالفلور من مصانع الآجر لا زال يمكن قياسه وهذا الخطر يمنع الأبقار من الرعي في بعض المناطق.

8.2 : التدخين كملوث

من الواضح أن معظم الأنواع الأخـرى لملـوثـات الهواء تـأتي في مـرتبـة اللاخطيرة قبل الشكل الخطر ـ دخان السجاير ـ ولم يعد خافياً أن معظم أمراض سرطان الرئة وبعض التدرن الرئوي مع أمراض الحجاب الحاجز لها علاقة بالتدخين. وكما قيل من قبل فلقد وجدت نسبة عالية من أول أكسيد الكربون في دم المدخن أعلى من تلك التي وجدت في الذين تعرضوا لغازات ازدحام المرور. وقد وجد أن كمية جزئيات المادة تتذبذب (بدون إرادة غالباً) لدى غير المدخنين المحاطين بالمدخنين.

إن هذه الجزئيات الموجودة بَيْن المدخنين هي أعلى بكثير من تلك المتواجدة بالقرب من مواقد الفحم الدخانية والتي هي غير قانونية في معظم أجزاء البلاد. فالتي تمتص بواسطة المدخن لها مدى خاص في تأثيرها لكونها تختلف عن الآنيّة في المحترقات الأخرى رغم أن العلاقة معروفة بين بعض الأمراض والتدخين. لكن الطريقة الميكانكية الفعلية التي تسبب كل هذا لم تفهم حتى الآن، ونسبة السرطان تختلف بين المناطق الريفية وضواحي المدن في بعض البلدان وبين الأفراد من جنسيات مختلفة مع العلم بأن الصورة العامة جد واضحة. أنا أحياناً أكون مندهشاً عندما أجد بعضاً من الذين يعارضون وبشدة التعرض إلى ملوث الهواء والذي ربما يكون من محركات السيارات، إنهم ما زالوا مستعدين لتقليل الخطر عن أنفسهم إلا أنهم يستمرون في تعريض مساعديهم للخطر.

تلوثُ الماء



معظم المياه في داخل البلاد تعاني من التلوث العام كفضلات المجاري بالإضافة إلى ما تلقيه الصناعات ومنتجات الزراعـة الحديثـة . إن حـوالى 2000 كيلو متر من الأنهار وصفت أنها ملوثة بوجه عام، لذلك فإن الماء لا يمكن استعمالـه حتى بعـد تنقيتـه للاستهلاك البشري أو حتى للصنـاعـة في بعـض الأحيان . والرقم 2000 كيلو متر سوف لن يعتبر خطيراً إذا ما قورن بمجموع طول الأنهار الذي يبلغ حوالى 32,000 كيلو متر . والواقع فإن معظم الأماكن الملوثة تتضمن الأجزاء السفلى من الأنهار الكبيرة ومعظم الأجزاء هذه توجد عليها كثافة سكانية من البريطانيين، وهذا يعني أن جزءًا أكبر من المياه المتدفقة هو ملوث أكثر مما تعنيه الأرقام كما أشير لأول وهلة .

1.3 : نسبة الأوكسيجين

إن معظم الأنهار التي اعتبرت غير ملوثة هي في الواقع تعاني من نتائج أنشطة الإنسان وهي من الوجهة البيئية متحللة أو متفسخة . وكما قلت يجب أن نستعمل كلمة التلوث عندما يكون هناك تأثير ضار، وغالباً ما يكون تأثير بيولوجي يمكن رؤيته . فإذا كان هناك تغير في المجموعة النباتية والمجموعة الحيوانية، وإذا كان هذا التغير إلى أسوأ فبالتأكيد يمكن وصفها أنها أعراض

التلوث. وحتى النهر الملوث نسبياً يمكن تصنيفه قابل للاستعمال البشري وإن مثل هذه الأنهار تصنف في بعض الأحيان كنظيفة من قبل هيئة المياه.

لقد أوضحت أن الهواء مهما تلوث فإنه يحتوي على مركباته العادية كالنيتروجين والأوكسيجين وهكذا سوف يحتوي على الأوكسيجين لإمداد الحياة، أما الماء الملوث فيمكن أن يكون خالياً من الأوكسيجين وبعض الأحياء المائية قد لا تستطيع التواجد والعيش فيه. تحتوي أحسن المياه كسائل على نسبة قليلة من الأوكسيجين، وهكذا فإن لتراً من الماء مشبعاً بالأوكسيجين لا يحتوي إلا على 6 سم^3 من الأوكسيجين في درجة 20 مئوية بينما لتر من الهواء يحتوي على 200 سم^3 من الأوكسيجين. وحتى المجاري المائية والبرك غير الملوثة لا تكون مشبعة بالأوكسيجين إلا خلال النهار عندما تكون النباتات مشغولة بعملية التمثيل الضوئي فتنضح الأوكسيجين بينما في الليل عندما تكون النباتات والحيوانات تتمثّل الأوكسيجين فان نسبته قد تنخفض بدرجة ملحوظة.

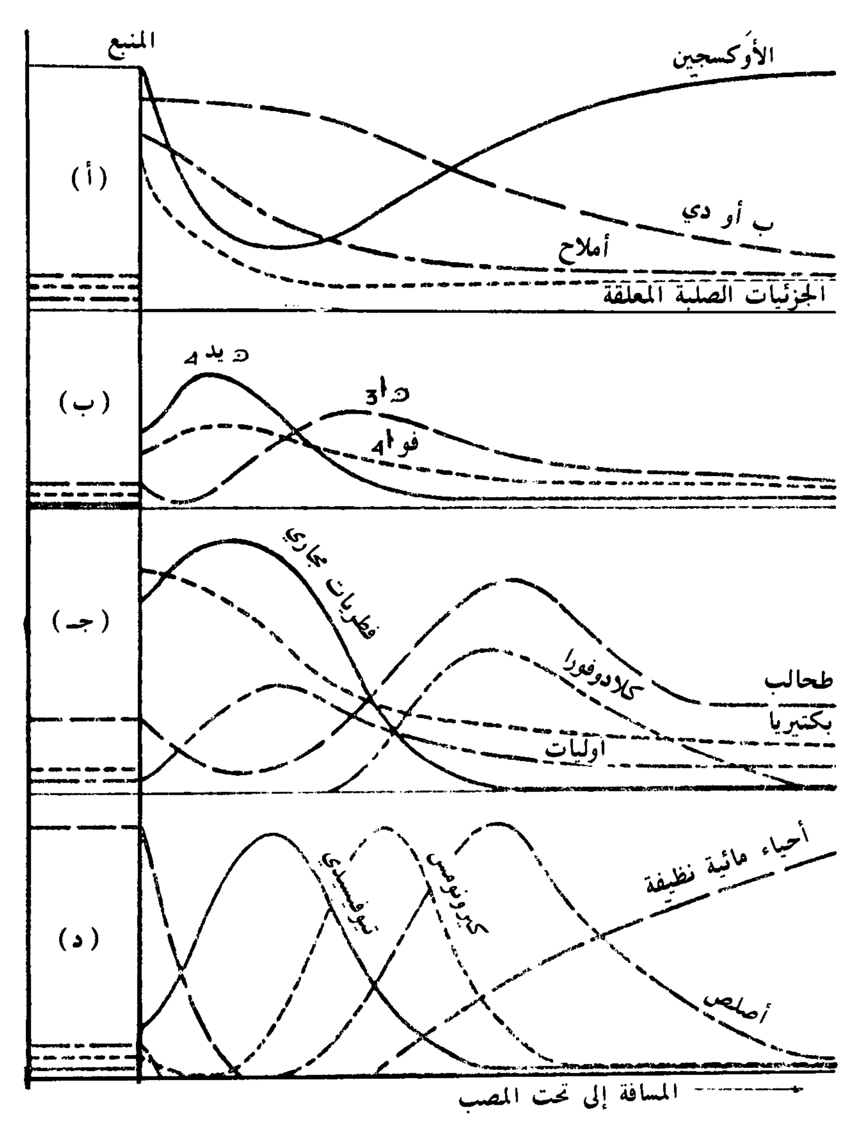
وكلما زادت درجة حرارة الماء كلما قلت نسبة احتفاظه بالأوكسيجين والماء لا زال سائلاً. وهكذا فان نقص الأوكسيجين هو أحد العوامل في التلوث الحراري (انظر القسم الرابع). ومشكلة الأسماك واللافقاريات الأخرى هي أنه كلما زادت درجة حرارة الماء داخل المحيط التي تعيش فيه كلما زادت حاجتها إلى الأوكسيجين وكلما انخفض مصدره. وهذا السبب (اختلاف درجة الحرارة في النهر أو البحيرة) يغير التوازن العكسي وحدود الأنواع الموجودة.

يجب أيضاً ملاحظة أن الماء الذي يحتوي على ملوثات سامة يحتوي أيضاً على نسبة قليلة من الأوكسيجين. وهذا يعني أن السمك يجب أن يتنفس كميات كبيرة من الماء للحصول على أوكسيجينها عبر مرور الماء من الفم وخروجه عن طريق الخياشيم، وهذه الخياشيم تمتص كميات الأوكسيجين ولكنها قد تمتص

أيضاً وفي الوقت ذاته الملوثات السامة . وهكذا كلما قلت نسبة الأوكسيجين المذاب كلما زادت نسبة الامتصاص لجرعة الملوث .

إن النوع الأكثر شيوعاً كملوث للماء هو المادة العضوية (مثل فضلات المجاري) وهذا له تأثير منشط لنمو البكتريا والنمو الفطري . وهذه العمليات تستهلك الأوكسيجين وتترك الماء خالياً منه والمادة العضوية عادة ما تقاس بما يدعى احتياج الأوكسيجين الكيمياء الحيوية (ب/أو/دي) وهذا يرتكز على قاعدة اختبار قدرة الماء الملوث لامتصاص الأوكسيجين ، وكلما ازداد الطلب على الأوكسيجين كلما زادت تلوث العينة . وقد أوضح الشكل(3 - 1) العلاقة بين (ب/أو/دي) ونسبة الأوكسيجين في النهر لدى هبوط مستواه المائي حيث دخلت المجاري أو أية مادة عضوية أخرى . هـذا المثـال يـوضـح التـأثيرات الكيميائية والطبيعية والبيولوجية للتلوث الحاد نسبياً . وواحدة عمليات التنظيف الشخصي كافية للتغلب على التلوث لكي يرجع إلى الحالات الطبيعية التي تقع عند أعلى الروافد .

من الواضح أن تأثيرات التلوث العضوي تعتمد على كمية المادة العضوية التي تفرغ في النهر وعلى حجم الماء النظيف غير الملوث الموجود لتخفيفها . وفي بعض الحالات المتطرفة يبقى الطلب على الأوكسيجين عالياً ونسبة الأوكسيجين منخفضة ولا ترجع الحالة إلى وضعها الطبيعي ما لم يحدث تلوث أكثر . لهذا فإنها تحتوي فقط على البكتريا وفطريات المجاري وخاصة الحيوانات المقاومة مثل ديدان تيوبفكس التي تحتوي على الهيموجلوبين في دمها والتي لها القدرة على التواجد حتى في المياه الخالية من الأوكسيجين . وهكذا فاذا ما ألقيت كمية قليلة من التلوث في حجم كبير من الماء غير الملوثة فإنه تحدث تغيرات طفيفة في البيئة الحيوانية والبيئة النباتية وكمية تلوث متوسطة تنتج عنها نتائج متوسطة .



الشكل (3 - 1)

توضيحات لتأثيرات المواد العضوية الملوثة من الروافد والتغيرات كلما نزلت إلى تحت من المنبع (أ) (ب) . التغيرات الطبيعية والكيميائية . حديثاً زرعت نباتات لتخفيض نسب الأمونيا وزيادة النترات (جـ) التغيرات في الأحياء الدقيقة (د) التغيرات في الحيوانات (ميلانبي 1970) .

وغالباً فإن الملاحظ بصفة عامة هي التغيير في أنواع النباتات وبعض أنواع الأسماك. إن النهر الكثير الأوساخ ليس به أسماك وأغلب الأنواع المقاومة سيظهر أنها عجول الماء وأقلها سمك التروث. وفي الواقع إن وجود سمك التروث في الماء هو مؤشر جيد للتلوث وإذا ما استطاعت هذه الأسماك التواجد فالماء يكون صالحاً غالباً لأي غرض.

يجب ملاحظة أننا حتى الآن لا زلنا نعتبر أن ما يجب أن أدعوه أو أُسميه تلوث البيئة مع التغير في التوازن هو ما أردته لحياة الانسان، خصوصاً عندما نعتبر الصحة العامة يمكن أن تكون على أحسن صورة، هناك اعتبارات أخرى خاصة في المناطق الاستوائية حينما نجد أن الماء لا يظهر عليه أية تغيرات في خواصه البيئية، ولكنه مملوء بأحياء مرضية من ضمنها بعض الأطوار الحرة للديدان المفلطحة والتي تتطفل على الإنسان والحيوانات. ودور الإنسان هنا يكون كعامل وسيط فقط في دورة حياة هذه الأنواع المهمة.

وقد لوحظ أن الأشياء التي تحمل الطفيليات إلى الماء تساعد في ازدهار البيئة النباتية بدون أن تعكر تكوينها. وللوقاية من العدوى من مثل هذه الطفيليات يمكن للإنسان أن يغير أو يبدل كل اقتصاديات النهر، كأن يجعل له قنوات لكي يتخلص من كل النباتات والحيوانات أو باستعمال الكيماويات التي تغير التوازن البيئي كلياً.

2.3 : التلوث بفضلات المجاري

يتم اليوم في بريطانيا تنقية معظم مياه المجاري قبل إنسيابها إلى المياه الأرضية، وتستخلص معظم المواد العضوية بواسطة الترسيب وبفعل الأحياء الدقيقة التي تقوم باستخلاصها عندما تمر الفضلات معلقة من خلال الأغشية الراشحة. ولسوء الحظ في كثير من مدننا ازداد عدد السكان بشكل فائق

وأصبحت عمليات تنقية ومعاملات فضلات المجاري غير كاملة : وفي البعض تلقى فضلات المجاري كما هي . وعلى أية حال فالوضع عموماً في تحسن، ومن المحتمل في عدة سنوات قادمة سيعـم المستـوى العـالي لما يسمـى « المعـاملـة الثانوية » مع إزالة المادة العضوية واستخراج الفائض بقدر قليل من أوكسيجين الماء (ب/أو/دي) .

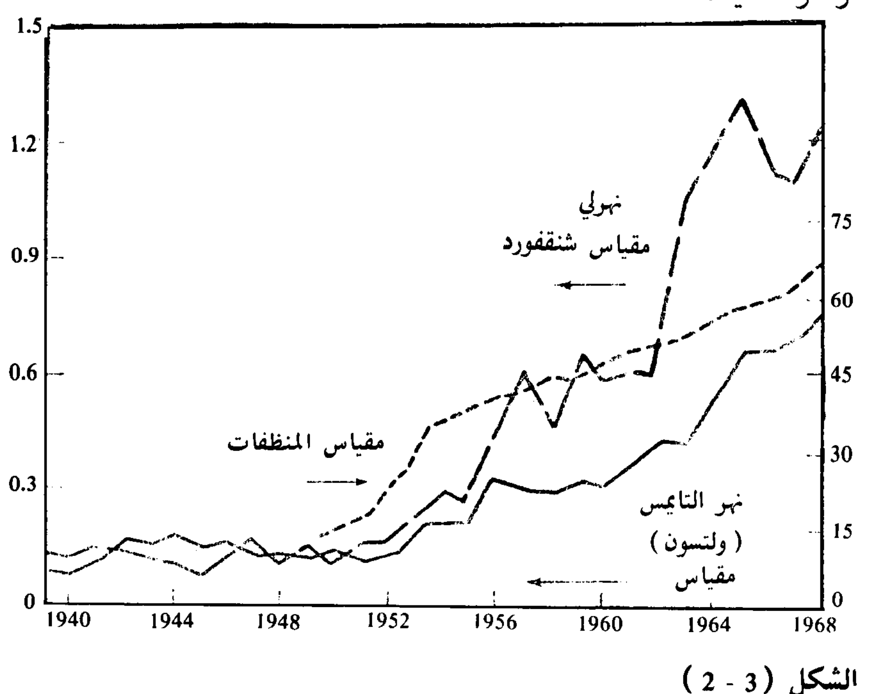
وهذا سيؤدي إلى تحسن عظيم ولكنه لن يرجع أنهارنا إلى نقاوتها الأصلية وستصبح مشاكل نمو الطحالب غير المرغوب فيها بمستودعات التخزين أسوأ ، وهذا راجع إلى أن استخلاص المادة العضوية ، تقوم بتحرير كميات زائدة من الأملاح الغذائية ،خاصة الفسفات في المصبات المنفية وهذه تسبب ظاهرة قلة الغذاء وهي مشكلة نوقشت تحت (3 - 5) . علماً بأنه توجد مواد في المجاري العامة في الوقت الحاضر تذهب من خلال مراكز المعامل وتُلَوِّثُ المصبات . وأسوأ ما في الأمر هي المنظفات الصناعية .

منذ عدة سنوات مضت كان الكثير من أنهارنا مملوءًا بكميات كبيرة من الزبد الأبيض يسمى في بعض الأحيان بجع المنظف، وهذا سببه ما يسمى المنظفات الصلبة التي تستعمل عموماً في الغسيل البيتي وبواسطة صناعة النسيج ، وبكمية مثل 1,5 جزء في المليون من هذه المواد يسبب التزبُّد في الأنهار ويقلل امتصاص الأوكسيجين بشكل ملحوظ ويظهر أنها غير سامة ويستمر اصطياد الأسماك من خلال ثقـوب في الزبـد . لقـد انتهـت هـذه المشكلـة الآن لأن المنظفات وتركيبها الكيماوي صار مختلفاً قليلاً فهو يتحلل بسهولة بواسطة البكتريا في فضلات المجاري . وعلى أية حال فإن بعض الصناعات يتضح أنها لا زالت تستعمل المواد المقاومة ، ويستمر بذلك التلوث المحلي .

إن الشكوى اليوم هي من المنظفات التي تنبعث منها كميات الفوسفات إلى

المجاري (شكل 3 - 2) . وقد عملت عدة محاولات لإنتاج مساحيق للغسيل تحتوي على كمية قليلة من الفوسفات ولكن حتى الآن لم تكن دائماً ناجحة لأنها نفسها كانت سامة وقتلت الأسماك والحشرات المائية، ولا شك أن الوقت سيحل هذه المشكلة .

ويتضح بالمناسبة بأن ما يسمى بمساحيق الغسيل البيولوجية المحتوية على الأنزيمات لا تمثل مشكلة تلوث جدية، إلا أنها قد تشكل خطراً على عمال المصانع الذين ينتجون هذه المساحيق، وقد ثبت أنها سببت بعض حالات الأمراض الجلديات لربات البيوت، ولكن العناصر النشطة يظهر أنها تتحلل في مراكز التنقية .



الشكل (3 - 2)

مقارنة في محتويات مادة الفسفور لنهرين مع الاستهلاك السنوي للمنظفات (البعثة الملكية للتلوث البيئي 1970) .

وهكذا فإن فضلات المجاري المنزلية قلما تكون حادة السمية وضررها هو في كونها تشجع النوع غير المرغوب من الأحياء في الماء والذي يتم تغذيته من مجاري الفضلات والصناعة . ومن جهة أخرى يمكـن أن تلقـى مـواد عـاليـة التسمم، وغالباً ما نسمع عن موت الأسماك من جراء إلقاء السيانايد مثلاً لكن الخطر هو من الفلزات مثل النحاس، الزنك، الرصاص والزئبق والتي لم تكن شائعة . إن الإشكال الرئيسي لهذه الفلزات هو تأثيرها عند التكون . والتعرض المستمر لنسبة قليلة منها يمكن أن يزيد تركيزها في أنسجة الأسماك وبنسبة عالية في الطيور والثدييات التي تتغذى بهذه الأسماك .

تختلف الأحياء كثيراً في تفاعلها مع الفلزات، وهكـذا فـإن للطحـالـب خاصة حساسيـة للنحـاس ونسبـة 0,5 جـزء في المليـون يمكـن أن تستعمـل للاحتفاظ بالبركة أو الخزان نظيفاً حيث تستطيع الأسماك عادة الحياة في مياه تحتوي على نسبة تعادل ضعفي هذه النسبة رغم أن هذا الحد يعتبر ضيّقاً جداً . إن التعرض على المدى الطويل للجرعة التحت المميتة لهذه المواد له تأثير، خاصـة على العلاقة الداخلية لمختلف الأحياء وهو يحتاج إلى دراسة أكثر . إن المجموعة الحيوانية مختلفة تماماً عن تلك التي وجدت في الأنهار المجاورة والتي بها نسبة منخفضة من الفلزات الثقيلة عن التي وجدت في ويلز وكورنول في مساحـات حيث الأنهار ملوثة وأسماك السلمون والتروت عموماً هي الأولى التي ستختفي منها تدريجياً .

3.3 : مصلحة المياه الاقليمية

قسمت بريطانيا منذ سنة 1974 إلى تسع هيئات مياه إقليمية كما قسمت المسؤولية على أحواض الأنهار الرئيسية . تـوجـب هـذه الهيئـات العمـل على استخراج وتنظيف مياه الشرب في المناطق التابعة لها، وبالتحكم في فضلات

المجاري والأوساخ التي تلقى في هذه الأنهار . ويعتقد بأن اهتمام هؤلاء العاملين ينتج عنه أنهار نظيفة ، أما أولئك الذين يملأونها أوساخاً فإنهم سيدفعون لتنظيفها . لقد كانت هناك بعض الضغوط للتقليل من الحقوق القانونية الشائعة المعمول بها والتي يسمح نظرياً لملاكي شواطىء الأنهار بأن يصرّوا على مرور المياه النقية فقط في أراضيهم ويقاضون أي شخص يلوثها . لقد استعمل القانون العام بنجاح ، خاصة من قبل جمعيات هواة الصيد ليمنعوا التلوث في الأنهار وخاصة تلك التي تحتوي على حقوق الصيد القيّمة . إنها كونت لتمنع الأنهار النظيفة نسبياً من أن تتلوث ولكنه من غير المحتمل التعرف على المدنيين في معظم المصبّات والتي تزيد من اتساخ الأنهار الملوثة . نظرياً تستطيع هيئات المياه القضاء على تلوث الأنهار غداً ، ولكن هذا يعني أنه سيمنع استعمال مراحيض المياه من قبل 60% من السكان العاملين بالصناعة والذين يوجد نقص بمعامل هيئتهم أو سلطتهم ، أو عليها عبء ثقيل وبطالة بشكل كبير قد ينتج عنها إقفال كثير من المصانع . إن هيئاتنا تفضل المبادرة ببطء ولا شك أن هذه السياسة ستستمر .

في الواقع لقد أصبح واضحاً أن هناك تحسن في ما يصب من مراكز المجاري والصناعة في كثير من أجزاء بريطانيا . وهذا التحسن واضح خاصة في نهر التايمس بلندن ، لقد أصبح ملوثاً جداً في منتصف القرن التاسع عشر ، وحتى سنة 1957 لم تتواجد فيه الأسماك حيث الماء معظمه لاهوائي ، (ينقصه الأوكسيجين) ، ومنذ ذلك الحين أصبح هناك تحسن ملحوظ . وفي سنة 1968 غزا النهر حوالى 41 نوعاً من الأسماك ، حيث نزلت أسماك المياه العذبة من الأماكن العلوية النظيفة إلى أسفل وخرجت الأسماك البحرية أو (المياه المالحة) إلى أعلى النهر ، وقد حدث قليل من التحسين في بعض المناطق الصناعية ، ولكن في الحقيقة قد نقول بأن كل نهر أصبح أنظف قليلاً في سنة 1972 عما

كان عليه منذ عشرين سنة مضت .

يظهر أننا سنتغلب على التلوث المائي الذي سببته فضلات المناطق النائية وما تقذفه الصناعات . وقد يكون محتملاً احتواء الشحنات المضافة المتكونة بواسطة التزايد المعتدل في السكان . وبواسطة النمو الصناعي سيصبح من الصعب الحصول على الماء للتمشي مع المطلب المتزايد وإعادة الاستعمال ـ الذي قد بدأت التجارب عليه من قبل الصناعة ـ ستنمو وسوف يصبح من الضروري أن تكون المجاري نظيفة لنتمكن من إعادة استعمالها عملياً . تتكون كثير من الأنهار الآن في الأوقات الجافة من مصبات المجاري ، وكثير من مياه شربنا كانت قد شربت من قبل ونقيت لاستعمالنا . وعلى أية حال كلما قضي على التلوث الصناعي وغيره تدفع الزراعة بمشاكل جديدة وربما تكون أكثر شراسة .

4.3 : التلوث بفضلات حيوانات المزرعة

لقد عاشت حيوانات المزرعة في السابق خارج الجدران وما يرجع من روثها كان الطريقة الرئيسية للاحتفاظ بخصوبة التربة . أما اليوم فإن جزءاً كبيراً من الماشية كالخنازير والدواجن وحتى بعض الأغنام تقضي معظم حياتها داخل المباني ، ومعظم المزارعين الذين يقومون بتربية هذه المواشي لا يملكون الأرض لاستعمال فضلاتها فيها ، ولو كانت عندهم الأرض لا يجدون العمالة لنشر الفضلات . وهكذا أصبحت هذه الإخراجات مصدر تلوث بدل أن تكون مصدر قيم . إن التلوث بفضلات الحيوان تجري بنفس الطريقة التي يجري فيها التلوث بفضلات الإنسان ما عدا أنها أي الأولى أكثر . وهكذا فان فضلات البقرة تساوي فضلات عشرة أشخاص ، وفضلات خنزيرة وأبنائها الثلاثة + فضلات 10 دجاجات = فضلات شخص واحد . وكما في سنة

1970 وجد في بريطانيا 13 مليوناً من الماشية، 8 ملايين من الخنازير، 133 مليوناً من الدواجن وما يساهمون به في مشكلة التلوث أكثر بثلاثة أضعاف من مجموع السكان الذين هم قد أثقلوا كاهل محطات المجاري والفضلات. ولحسن الحظ فإن معظم هذه الفضلات لا زالت تستعمل كسماد، ولكن هذا الجزء في تناقص، ومشاكل خطيرة تتواجد في بعض أجزاء البلاد لأن عدد عمال الأرض قد تناقص بما يقرب من مليون في سنة 1948 إلى حوالى ثلث هذا الرقم في سنة 1970 والرقم لا زال آخذاً في الانخفاض. وكما يدعى عامل السماد الآن فإن سماداً أكثر فأكثر يتراكم وسيصبح مشكلة مالية مع أنه ملوث أيضاً. الأمل الرئيسي في عكس هذا الاتجاه يأتي من التقرير الحديث الذي قدمه المجلس الاستشاري الزراعي والذي يوضح بأن عدم ثبات التربة وانخفاض نسبة المادة العضوية فيها جزئياً سببهما عدم استعمال سماد الحظيرة، وهذا يجعل تذبذباً خطراً في تركيب التربة ويؤثر في المحاصيل وغيرها. وعلى أية حال لم يكن هناك إشارة تدل أنه حيثما توجد تربة غير ثابتة سيكون هناك استعمالات كبيرة للزبالة الحيوانية في الزراعة، ومشكلة التلوث ستصبح أكثر تعقيداً وليس أحسن ما لم تعط بعض التحسينات للأسمدة أو المواد العضوية. وفي الوقت الحاضر توجد حوافز مادية فعلية وذلك لتواجد الأسمدة غير العضوية وبأسعار اقتصادية ومخفضة نتيجة المساعدة في الأسمدة هذه، كما سيكون لها تأثير سلبي في التعويض على التسميد بالزبالة والتي لا تعطى عليها تعويضات. كمية مهمة من فضلات الحيوان الطبيعية تصب مباشرة في أنهارنا إلا أنها في تناقص. وهذه تفعل ما تفعله فضلات المجاري من المناطق السكانية الريفية مسببة نقص الأوكسيجين وكل التغيرات البيئية المشار إليها عاليه. ولحسن الحظ فإن هذا العمل والذي هو عمل قانوني قبل قانون مصادر المياه لسنة 1963 أو قبل تلك القوانين قد أصبح الآن في طريقه للاختفاء والتناقص،

ولكن فضلات الحيوانات الأخرى ستبقى مكونة مشكلة مستمرة، حيث إن بعض المزارعين استعملوا بعض الهكتارات من الأرض، ولكن الواقع أنه كان بالإمكان أن تمتص المساحة الأخرى كل مخلفات الحيوانات. ويوجد دائماً انتشار في الكمية مسمماً بذلك التربة، وفي الظروف الحسنة لا يوجد ما يعكر ذلك والمواد العضوية تتحلل قبل أن تنقل بعيداً، ولسوء الحظ غالباً ما تحمل الأمطار الغزيرة الفضلات الخام إلى الروافد والأنهار مسببة التلوث ونقص الأوكسيجين، ولا يوجد حل واضح لهذه المشكلة وهي تنمو وبشكل خطير. في بعض المزارع الأخرى تنقل فضلات الحيوانات إلى برك صحيّة فيها أوكسيجين اضافي حيث تتحلل المواد العضوية ولكن هذه البرك قد تمتلىء نتيجة الأمطار الغزيرة ومرة أخرى تلوث الأنهار. وفي بعض الأحوال يقوم الفلاحون بالتخلص من فضلات حيواناتهم برميها في مراكز الفضلات الرسمية حيث تبقى ساعات كافية كي تتحلل، والفلاحون يستطيعون دفع بعض الرسوم. بعض الفلاحين يمتلكون مراكز لأنفسهم برأس مال حوالى 20,000 عشرون ألف جنيه استرليني وكثيرون الذين هم سيئوا الحظ أفلسوا نتيجة ازدياد مصاعب التخلص من الفضلات وأصبحت عملية التخلص من هذه الفضلات عملية غير إقتصادية.

اليوم صنعت كميات كبيرة من علف الأعشاب المصبرة وبعض المحاصيل لاستعمالها داخل الحظائر المغلقة وفي الشتاء. غذائياً هذه طريقة ممتازة ولكن لسوء الحظ فالعلف أيضاً ينتج إخراجات لها تأثيرات مباشرة في تلوث الماء الذي تصله، وكلما زادت كمية العلف المصنوع كلما استمرت تلك الحوادث.

5.3 : زيادة عناصر الغذاء (يتروفكشن)

يتم التخلص في مراكز تجميع فضلات الحيوان من المادة العضوية، ولكنَّ

كمية ليست قليلة من العناصر (الأملاح) تمر في المجاري وتعمل على زيادة الأملاح وعناصر الغذاء بنفس الطريقة التي تقوم بها فضلات المجاري الأخرى. إن زيادة عناصر الغذاء حيث يصبح الماء مملوءًا بالأملاح الغذائية هي عملية طبيعية، والأنهار والبحيرات في الأراضي العلوية فقيرة في الأملاح الغذائية وتحتوي على قليل من العناصر في المحلول، وتبقى نظيفة حيث لا تشجع على نمو النباتات والأسماك، مثل التروت الذي يتغذى على الحشرات، وبعض الأشكال الأخرى من الحيوانات التي تعيش خارج الماء تستطيع أن تتواجد، مثل هذه المياه تصبح طبيعياً غنية بمجرد صبها في الأراضي المنخفضة وتتزود ببعض الأملاح المتسربة من الأرض خلال العملية. إن البحيرة الحديثة تكون فقيرة العناصر والأملاح وكلما تقدمت في السن تتراكم العناصر الغذائية فيها وتصبح غنية تحت تأثير الظروف الطبيعية، لأن زيادة العناصر الغذائية تسبب زيادة في التوازن. ويكتشف الفرق بين المجموعة الحيوانية والمجموعة النباتية بين نهر أو بحيرة الأرض المنخفضة، وبين تلك التي في الأرض العلوية. وتحدث المشاكل عندما تكون سبب زيادة العناصر الغذائية من قبل الانسان حيث إن معدل الزمن لم يعد له حساب وبهذا يحدث خلل في التوازن.

في بعض الأحيان كما في تربية الأسماك، فإن زيادة العناصر الغذائية أمر متعمد، حيث يقصد بذلك رفع الانتاج إلى الحد الأعلى نتيجة للتفاعل بين الأحياء الحيوانيةوالنباتية وبين الفائض من الإنتاج السمكي الذي يمكن تحصيله. ويتطلب هذا خبرة لا بأس بها للاحتفاظ بهذا التوازن حيث قلّ ما تحدث زيادة العناصر الغذائية غير المقصودة.

كما أوضحنا في السابق أضيفت العناصر الغذائية عمداً إلى أنهارنا عن طريق مجاري الفضلات وفضلات الحيوان. وكان الخطأ عندما لم يتمّ التخلص

من بقايا حيوانات المزرعة بطريقة صحيحة . كما وأن زراعة الأرض الخصبة ، الحديثة تساهم في ذلك أيضاً . لقد بدا بوضوح في بعض وليس كل أنهارنا أن نسبة النيتروجين قد تضاعفت ما بين سنة 1958 وسنة 1968 ، فمعظم هذه الزيادة جاء من الأرض الخصبة الزراعية . إن محصول الغلال قد أعطى نتاجاً متزايداً خلال الخمسة والعشرين سنة الماضية ، عدا في بعض المناطق المحدودة ، حيث اضطرب تركيب التربة كما أشرنا سابقاً . وحتى هذا الضرر فقط كان خطيراً في السنوات غير عادية الرطوبة مثل سنة 1968 . إن معظم هذه الزيادة كان بسبب استعمال أنواع عدة من الغلال والتي ارتفعت نتيجة ارتفاع النسب العالية من الأسمدة الكيماوية . وهكذا فإن متوسط الإنتاج قد زاد من أقل من 2000 كلغ للهكتار في سنة 1949 إلى أكثر من 3000 كلغ للهكتار في سنة 1970 . وخلال هذه الفترة فإن كمية سماد النيتروجين المستعملة في بريطانيا قد زادت كثيراً من 300,000 طن في سنة 1957 إلى 650,000 طن في سنة 1968 .
ولسوء الحظ فإن حوالى نصف النيتروجين فقط المستعمل في الأرض قد استعمل من قبل المحاصيل والباقي قد ضاع . وعلى أية حال فالمعادلة ليست سهلة ، فالنيتروجين يضيع من كل الأتربة بغض النظر عما إذا سمدت بالمواد العضوية أو الأسمدة غير العضوية أو صنع عن طريق البكتريا التي تثبت النيتروجين . والطريق المؤكدة التي يتم بواسطتها ضياع النيتروجين لا زالت غير منظورة . فالبعض ولكن بالتأكيد ليس الكل يتسرب إلى المجاري المائية والبعض يتحول إلى نيتروجين الغلاف الجوي بواسطة بكتريا تحلل النيتروجين . فعندما تزود التربة العارية في الخريف بالسماد البلدي فإنها تفقد جزءًا كبيراً من نيتروجينها خلال الشتاء ، وهذا له تأثير بسيط على الأنهار لأن درجة الحرارة منخفضة جداً لحدوث نمو كبير في الطحالب . والأملاح تذهب دون جدوى ولكن بدون ضرر إلى البحر . ويعتقد دائماً أن الأملاح في الأسمدة غير

العضوية تُفقد في الحال وبأسرع من تلك الموجودة في السماد البلدي لحظائر الحيوان. وتوجد دلائل على أن هذا هو حالة خاصة عندما يضطرب تركيب التربة، ولكن بعض الأسمدة غير العضوية المستعملة في الوقت المناسب ستتحول بفاعلية إلى أنسجة نبات. وهكذا فإنه عندما يعطى النبات بعض الأسمدة في أوائل الربيع لتنشيط نموه فإنه يتم امتصاصها وبكفاءة من قبل ألياف الجذور تحت السطح، وكيف ما كان فهذه يمكن أن تشكل شكلاً خطيراً من أشكال التلوث إذا أضيف السماد إلى تربة مشبعة بعد شتاء ممطر. وعندما يكون هناك مطر كثير قبل أن تتفاعل المادة في التربة يمكن أن تغسل بنسبة عالية تصل إلى 30 جزء من النيتروجين في كل ملليمتر من الماء في النهر، وعندما تكون هذه الأنهار مصادر لمياه الشرب يمكن أن تكون خطيرة. وتنقية مياه النهر تزيل من التلوث ولكن تبقي النترايت عادة وهي ذات خطر قليل بالنسبة للكبار؛ ولكن الحيوانات الصغيرة ومن ضمنها أطفال البشر لديهم مجاميع نباتية مختلفة في أمعائهم، وهذه قد تحول النتريت إلى نيترايت وهي سامة وتتحد مع الهيموجلوبين في الدم لتكون ميتوجلوبين وهي لا تحمل الأوكسيجين من الرئتين إلى الأنسجة. لقد حدثت ميتوجلوبين أنيميا في الأطفال في كل من أوروبا وأميركا وسببها شرب الماء المحتوي على كثير من النيتريت. لقد وجد في بعض أجزاء من شرق أنقليا أن الآبار في المناطق القروية فيها نسبة خطيرة من النيتريت، وأعزيت وفاة أحد الأحداث إلى هذا السبب. وهناك مياه صحية معبأ تستورد خصيصاً للشرب في عدة مناطق في مثل هذه الحالات.

لكي يتم تكوين الانبات المائي يجب أن يحتوي الماء على الأملاح المختلفة الضرورية للنمو، وتأتي العناصر المختلفة المسببة لكثرة عناصر الغذاء من مصادر مختلفة. فالنتريت يصل رئيسياً من الأرض الزراعية ولكن حتى القليل

من الفسفات عندما يتوفر في الأسمدة الكيماوية يفقد لأنه يكون متماسكاً جداً في التربة . إن نسبة الفوسفيت قد زادت منذ سنة 1952 ويعتقد بأنها جاءت من مواد التنظيف . وهناك علاقة طردية بين زيادة استعمال المنظفات وارتفاع نسبة الفوسفيت في عددٍ من أنهار بريطانية . وهناك بعض الجدل حول ما إذا كان تأثير الفوسفيت أو النتريت أكثر . إنما الاثنان يتركان مشاركاتها المميزة .

إن زيادة عناصر الغذاء تؤثر على نباتات المياه الجارية ولكن تأثيرها يصبح أكثر وضوحاً عندما تكون المياه مجمعة في خزانات أو عندما يصب النهر في البحيرة . والنتيجة الأكثر وضوحاً هي الازدهار الطحلبي حيث العديد من أنواع الطحالب المشتركة ، وفي بعض الأحيان وحيد الخلية (نوع مونودس) حيث يصبح الماء ملوثاً بلون يميل إلى الاخضرار ، وفي مرة ثانية يغطى سطح الماء بحصيرة من طحلب (كلادوفورا) . فالطحلب يسبب كثيراً من المشاكل خاصة إذا كان الماء مستعملاً كمصدر لمياه شرب المدن ، إذ تسد معامل تكرير المياه وتسبب أيضاً نقص الأوكسيجين . وهذه في بعض الأحيان تسبب الدهشة لأن النباتات الخضراء التي تنتج الأوكسيجين نتيجة عملية التحليل الضوئي تقوم بتسبب العكس وطبعاً تنتج الأوكسيجين ، ولكن لوجود الحصيرة على السطح فإن معظمه يكون أعلى من سطح الأرض فيضيع ، بينما الطبقات السفلى للماء تبقى في الظل ولا تستطيع النباتات أن تنمو فيها نموا كاملاً ويموت الطحلب ويتحلّل وهذا يزيل الأوكسيجين كأية مادة متحللة من المواد العضوية .

لا يحدث النمو الطَّحلبي في المياه النظيفة حيث تحتوي على قليل من الأملاح ولكن شوهدت مثل هذه الحالات عندما يكون النيتريت والنيتروجين منخفضين إلى حد 0,3 جزء في المليون ، ونسبة الفوسفيت من الفسفور بنسبة

0,01 جزء في المليون. مثل هذا وحتى أكبر نسبة يحدث في كثير من المياه التي يحصل فيها أشكال من النمو غير منتظمة رغم أن النمو الطحلبي شائع أكثر عندما تكون عناصر الغذاء جد متوفرة. إننا لا نعلم دائماً ما هو سبب النمو المفاجىء للطحالب، في بعض الأحيان القشريات القارعة مثل الدفنيا، قد تجعل توازناً في نمو الطحالب، وإذا ما قُتلت بواسطة المبيدات الحشرية فإن النمو المفاجىء يأخذ مكانه بدون مراقبة. وفي بعض الأحيان عندما تكون نسبة النيترات قليلة والفسفات عالية يتواجد بها الطحلب الأزرق المخضر (نوع أنابينا مثلاً) بكثرة، ولأن النباتات لا تستطيع الحصول على النيترات من النيتروجين الجوي فالتأثير الضار لزيادة عناصر الغذاء والحالات التي يظهر فيها نمو الطحالب المفاجىء غير المرغوب فيه تحتاج إلى دراسة أعمق.

في بعض الأحيان يكون هناك توازن رغم أن الطحالب تنمو بسرعة لكن ترعى عليها الدفينا وبعض القشريات الأخرى. ولكن هذا لا يعول عليه دائماً ولكن الجهود يجب أن تنصب لمنع نسبة العناصر من الزيادة المفاجئة كنتيجة للتلوث.

أصبحت العناصر الغذائية في بعض المياه متوفرة عندما لوثت عن طريق الطيور، حيث إن في خزانات المياه والبحيرات أماكن مفضلة لأن تنام على سطحها آلاف الطيور المائية، ولسوء الحظ يتبولون في الماء زائدين من وفرة العناصر الغذائية مخلّفين نمواً مفاجئاً للطحالب بنتيجة خطيرة كالتي يحدثها الإنسان نفسه.

التلوث الحراري



تتواجد الحياة عادة في حدود ضيقة من الحرارة والحيوانات ذوات الدم الحار مثل الثديّيات والطيور قد طورت طرق تحكّم ميكانيكية لتثبيت وحفظ درجة حرارة الجسم ثابتة ومستقلة عن تلك المحيطة بها . ورغم ذلك قد تموت نتيجة البرد القارص والحرارة الشديدة، أما بقية الحيوانات والنباتات الأخرى فجميعها تتأثر بالتغير في درجة الحرارة .

كل كائن حي له نقطة موت باردة وحدود ضيقة من درجة الحرارة التي عندها تستمر حياته . وكقاعدة انطلاق من هذه النقطة تكون عملية البناء أقل ما يمكن في منطقة النهاية الباردة وتزداد كلما أصبحت أدفأ وأعلى من تلك المنطقة، فالحرارة أكثر والتعرض لشدة الحرارة غير محبذ وبالتالي قاتل . والتجارب العملية لتعيين التأثيرات الحرارية العالية ذات قيمة بيئية محدودة، وهكذا فقد يعيش السمك عيشة عادية في حوض الأسماك ولكنه لا يستطيع العيش في نهر ترتفع درجة حرارته إلى نفس درجة حرارة الحوض. وقد يتأثر توازن الحيوان والنبات في أماكن التواجد بتغير طفيف في درجة الحرارة، وبذلك فإن الكائن الحي الذي يظهر أنه يعيش طبيعياً في عزلة قد يتم القضاء عليه بواسطة بعض الأنواع الأخرى التي تجد درجة الحرارة الجديدة أكثر ملاءمة .

فإذا ما زيدت بعض النشاطات التي تسبب ارتفاع درجة الحرارة فقد يتضرر معه الإنسان والنباتات والحيوانات وهو الذي يصل إلى أن يعتبر أنه التلوث الحراري . ففي أميركا الشمالية توجد عدة حالات من تلك الأنهار التي سخنت إلى درجة الغليان وأصبحت تماماً بدون حياة ، وبعض حالات المياه في درجة 50 مئوية أو أعلى لا تحتوي عملياً على أسماك ولا اللافقاريات ، رغم أن بعض بكتريا الترموفيلك قد تزدهر، ومثل هذه الحالات ليست على نطاق واسع ، وكقاعدة تحاول الصناعة عدم الإضرار بالبيئة وحتى الآن لم يحدث أي تلوث حراري منظور في بريطانيا ولكـن الازديـاد الصنـاعـي لـه تـأثيراتـه الحرارية ، وهذا يتطلب بحثه ، وأكثر المناطق تلك التي يستعمل الماء فيها لتبريد الآلات خاصة محطات التوليد الكهربائية .

1.4 : نسبة الأوكسيجين المذاب

يخاف الاخصائيون من أن أقل تسخين للماء قد يسبب طرد الأوكسيجين فإذا ما سخن ماء له نسبة أوكسيجين عالية فإن نسبة الأوكسيجين تنخفص ، وذلك لأنه كلما ارتفعت درجة الحرارة كلما قلت نسبة ذوبان الأوكسيجين في الماء ، وهكذا عند 5 درجات مئوية فإن لتراً من الماء يستطيع احتواء 9 سم^3 من أ 2 بينما عند درجة 20 مئوية فان 6 سم^3 من الأوكسيجين ستذوب في نفس الحجم ، وهذا يفرض صعوبات على الأحياء المائية فارتفاع درجة الحرارة من 5 درجات مئوية إلى 20 درجة مئوية من المحتمل أن تزيد في عملية البناء لها ، وبذلك فإن درجة تنفسها (وحاجتهـا للأوكسيجين) سيـزداد بمعـدل أربعـة أضعاف تقريباً ، وبالطبع فإذا كان الماء المسخن في درجة حرارة منخفضة فإن ثلثيـه فقـط يكـونـان مشبعين بـالأوكسيجين ، علماً بـأن التسخين لا يطـرد الأوكسيجين حتى تصل درجة الحرارة فوق 25 مئوية . وهكذا فإن تسخين

الماء الملوث قد يكون له تأثير قليل على محتوى الأوكسيجين من الارتفاع المماثل في درجة الحرارة في الظروف الأنقى.

والمجموعة الحيوانية في المياه الملوثة يمكن أن تندثر بسهولة بالتغيرات البيئية، لذلك فإذا ما استعملت المياه للتبريد كلما اتسع نطاق الصناعة في المناطق الريفية، فإنه يجب أن نبحث عن التأثيرات الضارة.

إن الصناعة الكهربائية في بريطانيا هي المستعمل الكبير للماء في التبريد، وقد بحث العلماء في مختبرات الأبحاث التابعة للمؤسسة العامة لتوليد الكهرباء تأثيرات محطات القوى على الأنهار التي يستعملونها، وهكذا فإن محطة (دريك لو) على نهر (ترنت) تصب من ابراج التبريد ما يصل في الصيف إلى 862,150 م^3 وفي الشتاء إلى 645,080 م^3، حيث تحتاج إلى كمية ماء أقل في الشتاء وتبدأ باردة أكثر وتمتص حرارة أكثر، وكان متوسط درجة الحرارة على مدى 24 ساعة في الصيف 18,2 درجة مئوية وأن الناتج كان 27,4 درجة مئوية، وفي الشتاء كانت الأرقام المماثلة هي 6,6 درجات مئوية، 20,4 درجة مئوية، إن للزيادة في هذا الاتجاه تأثير محلي وتزداد درجة الحرارة إلى 22,4 درجة مئوية في الصيف، 12,4 درجة مئوية في الشتاء مسافة 1,6 كيلو متر داخل المصب حيث تأثرت مساحة كبيرة من النهر.

لقد عكس الاعتقاد الشائع فالماء الساخن للمصب، لم يتسبب في طرد الأوكسيجين والواقع أن نسبة الأوكسيجين في الأنهار قد تحسنت، و(الترنت) نهر ملوث حيث تنخفض نسبة الأوكسيجين إلى 17% من التشبع وقل ما ترتفع فوق الخمسين في المائة، والماء المستعمل في التبريد يكون متشبعاً أو حتى لدرجة فوق التشبع، وكلما سخن فإن كمية الأوكسيجين الممتصة تكون محدودة، ولكن رغم ذلك فإن في (دريك لو) يتراوح ما يضاف إلى النهر كل

يوم بين 4 مليون طن من الأوكسيجين في الصيف و 2 مليون طن في الشتاء .

2.4 : التأثيرات البيئية

من الواضح أن لهذه التغيرات في درجة الحرارة ومحتوى الأوكسيجين في (الترنت) تأثيرات بيئية ، ويتضح بأن ديدان التيوبفيسيد التي تستطيع العيش في الماء الملوث، تتكاثر بنجاح أكثر تحت محطات القوة وليس أعلاها ، كما أن فصل التكاثر قد امتد لدرجة أن وصلت قمته في أكتوبر في الوقت الذي يقف التكاثر في الماء أكثر برودة في أعلى المحطة . تحدث تغيرات مماثلة في درجة الحرارة في نهر (سفرن) الملوث بالقرب من محطة الجسر الحديدي للقوة، وقد درست التأثيرات على توزيع ودورة الحياة لعدة يرقات من ذباب الحجر (بليكوبترا) وذباب مايو (ايفي ميرونبزا) . وتأثير قليل لزيادة درجة الحرارة ذلك الذي لوحظ رغم أن عدة أنواع استمرت في النمو في المياه الساخنة فقط خلال الشتاء، وحتى الآن لم يكتشف أي تغيير هام في توازن مختلف الأنواع .

نشير إلى أميركا مرة ثانية، حيث لوحظت نتائج واضحة عندما حدثت تغييرات حرارية كبيرة، وهذه عادة كانت من وجهة المصير البشري اتجاهاً للأسوأ، حيث استبدل سمك السلمون بسمك الكورس وازداد الانتاج الكلي للبروتين ولكن ليست نوعية البيئة، ولقد كان عموماً هناك فقدان الأنواع وتخفيض في التنوع، وهذه التغيرات قد تتوقع في بريطانيا إذا ما حصلت تغييرات حرارية كبيرة بزيادة استعمال مياه الأنهار للتبريد . ولكن حتى الآن هذا لا يتفق وأن نسميه بكل دقة تلوث حراري .

تقع محطات التوليد الذرية وتبرد بمياه البحر، وقد يتضح بأنه لا ضرر منه ، فالمياه التي بالقرب منها لا محالة ساخنة وتوجد خطط لزراعة المحارات والقواقع رغم أن ذلك لا يلقى دعماً ، بسبب التخوف من أن القواقع تقوم

بتركيز المواد المشعة في المصبات، والخطر الرئيسي يحدث في داخل أجهزة التبريد نفسها حيث تنمو صغار القواقع داخل شبكة أنابيب التبريد عادة بسرعة في الماء الدافىء وتعيق عملية الدوران.

وواضح أنه من الاقتصاد بمكان أن نجرب استعمال الحرارة الزائدة ربما في زراعة الأسماك تحت ظروف محكمة، وإذا ما حصل ذلك فإننا قد نتفادى زيادة التلوث، ولكن الخوف الرئيسي سيستمر لأنَّ تلك المياه الدافئة والتي حتى الآن لم تتلوث قد تنتج تحللات بيئية بظروف مختلفة وطويلة، مما يحدث التلوث الحراري الكلي، مع أن الموت المفاجىء للأسماك من الحرارة أو فقدان الأوكسيجين سيصبح اكتشافه سهلاً، وخطة جيدة على المدى الطويل يمكن أن تمنع حدوثه.

3.4 : التأثير على الكرة الأرضية

إن التلوث الحراري لمعظم الشعوب يزيد من أهمية التغييرات المناخية على سطح الكرة الأرضية بتأثيرات عكسية على الإنسان واقتصاديات العالم. إن معظم الطاقة الناتجة عن الصناعة يضيع حتماً كحرارة؛ وطبيعي أن يعمل على زيادة درجة الحرارة على الأقل في أماكن الانتاج. والسؤال هو هل هذه الزيادة مهمة؟ فنحن نعرف أن المناخ في الغلاف الأرضي يختلف عن ذلك المناخ المحيط بالبلاد، حيث يكون متوسط درجة الحرارة أعلى بدرجتين على الأقل. وهذا يؤثر في نمو الحيوان والنبات رغم أن النتائج غير منظورة، وربما لأن الدخان في الماضي قلل من درجة الإضاءة وسبَّب تأثيرات عكسية.

إن الحرارة المتسببة الصادرة عن كل المصادر هي في الوقت الحاضر غير ذات أهمية إذا ما قورنت بما يصل إلى الأرض عن طريق الشمس، علماً بأن احتياجاتنا من الطاقة تتضاعف كل (8) ثماني سنوات، وهكذا فالزيادة ذات

الأهمية هي التي تفوق ما تشعه الشمس على وجه البسيطة وأي جدال يبنى على الفرضيات قد يقود إلى شيء غير ذي معنى، ولكي تستطيع الصناعات في العالم أن تعطي ما تعطيه الشمس من طاقة يجب تغطية الأرض كلها بمحطات للتوليد. إن منحنى احتياجات الطاقة سينخفض إلى أسفل إذا ما انتهت مصادر الطاقة الحالية (البترول) واستعملت المحطات الذرية على مستوى محدود. لذلك سيكون غير محتمل أن تعمل الطاقة الناتجة من صنع البشر على تغيير المناخ ما عدا محلياً، وهذه التأثيرات لا تستحق أن تسمى تلوثاً.

إن احتمال أن يغير التلوث من مناخ الكرة الأرضية كلها مؤثراً في نسبة الطاقة الشمسية يجب أن يؤخذ في الاعتبار، رغم أنه ذكر في القسم (1) أن احتمال التغيير قد بولغ فيه. ولكن التلوث من الطائرات ينتج عنه جزئيات في الطبقات الجوية وكثير من الملوثات مثل كبريتات الأمونيوم نتيجة عن كب أ 2 والذي يمكن أن يكون السحب، وهذا قد يؤثر على الألبدو أو الانعكاس وهو بدوره يقلل من وصول الإشعاع إلى سطح العالم. إن التغييرات في التكوين الجوي وخاصة في ثاني أكسيد الكربون قد تحجز كميات مختلفة من الطاقة التي تصل إلى العالم. إذن فالتلوث قد يكون سبباً في أن يكون العالم أبرد أو أسخن. إن المهم أن نراقب هذه التغيرات وتأثيراتها وعلى نطاق واسع رغم أنه يتضح في الوقت الحاضر أن التغييرات الطبيعية في درجة الحرارة تكون أكبر من تلك التي ينتجها الانسان بتقنيته، ولكن التقنية ستتطور وسيكون هناك مجهودات لتحسين مناخ العالم، حيث بوادر تحسين في منطقة ما تكون ذات خطورة في منطقة أخرى.

التلوّثُ الاشعَاعيُ



1.5 : التأثيرات الضارة للإشعاع

لا أحد يشك في أن الإشعاع قد يكون ضاراً للحياة في الجرعات العالية جداً وبسبب الموت الوقتي ونقص قليل في هذه الشدة قد لا يكون خطراً مؤقتاً، ولكنه يسبب حروقاً واضحة وبعض الأعراض الأخرى، وعادة لا يتأخر الموت طويلاً. وأقل تعرض من السابق قد لا يسبب أعراضاً وقتية ولكن بعد بضعة أيام يتضح مرض الإشعاع وتحدث الوفاة. والذين ينجون قد لا تتحسن صحتهم أبداً وحتى الجرعات القليلة التي ليست لها تأثير مباشر على الكبار قد يكون لها تأثيرات خلقية على الأجنّة في الأرحام، وكمية قليلة جدا قد لا تكتشف في الجرعة الواحدة قد يكون لها تأثيرات سرطانية إذا ما تكرر التعرض لها، كما يتضح بأن تأثير الجرعات الصغيرة يكون ذا تأثير تراكمي، وهذا يعني بأن الخطر يتصاعد كثيراً في حالة التعرض لجرعات أخرى. وأخيراً فالجرعات الأقل قد لا يكون لها تأثيرات ظاهرة في الضحية ولكن قد تتأثر الخلايا الجنسية لدرجة حدوث الطفرة، ونتيجة التعرض قد تظهر فقط على الأجيال المقبلة.

يقال إن التلوث بالإشعاع يحدث عندما تصل نسبته إلى حد له تأثيرات

ضارة . ومن الصعب افتراض نسبة منخفضة من التلوث تكون معه ضارة تماماً . فالإشعاع يحتوي موجات الكترومغناطيسسية أو بعض الأنواع من الجزئيات التحت ذرية التي تسبب ضرراً عندما تدخل في الأنسجة الحية ، وكما يتضح بأنه حتى الجرعة الصغيرة جداً ستسبب بعض الضرر إذا ما أصابت الهدف الصحيح . وليس من المحتمل أن النسبة الصغيرة سوف تسبب الموت أو مرض الإشعاع ، وعلى أسوأ احتمال فإن قليلاً من الخلايا ستستلم بعض الضرر الذي سينتج تفاعلات يمكن اكتشافها ، ولكن نظرياً الكترون واحد متحرر على الأقل بواسطة نسبة ضئيلة جداً من الإشعاع قد تضر خلية مهمة ، وبواسطة الإنقسام قد تقود إلى تكوين سرطان خبيث ، وقد تؤثر أيضاً في منطقة كروموزومات في الخصي أو المبيضات أو حدوث الطفرة الضارة المورثة ، ولا تكتشف إلا في الخلف والذرية بعد عدة أجيال ، إلا أن احتمال الضرر من هذا النوع من الجرعة نادر .

نحن جميعاً معرضون لنسبة خلفية من الاشعاع الذي يحدث رئيسياً طبيعياً ، والنسبة الممتصة بواسطة الجسم تكون في حدود 0,1 رادس (الراد وحدة قياس جرعة الإشعاع) . وأصل الإشعاع الخلفي هذا موضح في الجدول رقم 1 .

يتضح بأن ما أضافه الإنسان حتى الآن قليلٌ ، وواضح بأننا لا نستطيع إبعاد الاشعاع الخلفي . وبعض الناس افترض بأن الجنس البشري قد تطور مع هذه الحالات وهي غير ضارة تماماً ، وواضح بأننا نستطيع أن نعيش مع هذه الحالات ولكن مثل السموم التي تحدث تلقائياً ، فقد تكون ضارة مثل ذلك الاشعاع الذي هو من صنع الإنسان . لهذه الأسباب فقد قامت محاولات لتخفيض الزيادة لأصغر رقم ممكن عملياً .

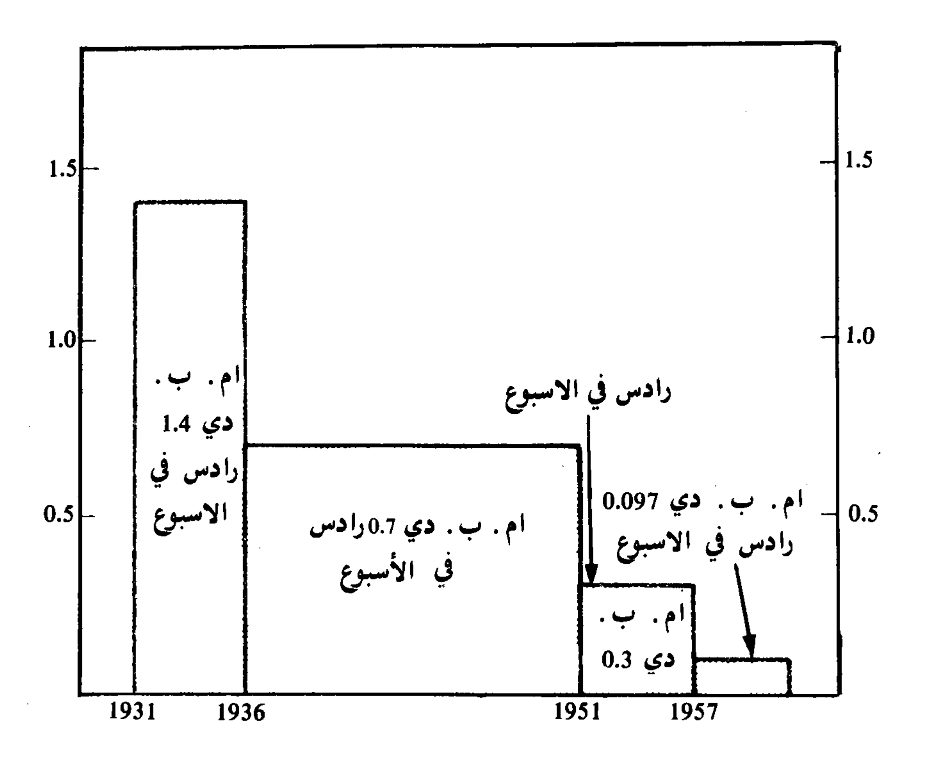
المصدر	الجرعة السنوية/رادس
الخلفية الطبيعية على النحو التالي:	حوالى 0,1000
أشعة التكوين	0,0250
من الصخور	0,0500
من خلال الجسم	0,0250
الساقط	0,0013
المخلفات	0,0003
من المحطات الذرية	0,0030

الجدول: 1
يبين الجدول الاشعاع الخلفي الرئيسي.

2.5 : النسبة المسموح بها من الاشعاع

إن النسب المسموح بها عادة ما تعزى إلى نسبته في الأطعمة بشكل طبيعي. إن في الأطعمة $\frac{1}{30}$ من الخلفية، وهذه النسبة قد تكون في بعض الأحيان أعلى من نسبة الجرعة المسموح بها للمستهلك. ولأخصائيي الأشعة والراديو (جرافرس) الذين كانوا ضحية التعرض لأشعة إكس في الأيام الماضية فإن النسبة العليا المسموح بها قد خفضت أربعة مرات منذ سنة 1931 (الشكل 1-5) وعلى ضوء الخبرة فقد ثبتت النسبة تحت الإشعاع الذي لا يمكن استعماله في الطب، الصناعة والبحث. وهذا لا يعني أنه لا يوجد من لم يتضرر ولكن هذا يعني أن المخاطر اعتبرت صغيرة بقدر كاف بالمقارنة بفوائدها للمجتمع.

في الواقع هناك معياران في الصناعة والطب، فوزارة العمل في «دليل العمل» قوائم تدعو الأشخاص الذين يعرضهم عملهم لخطر معين ـ حيث يسمح



الشكل (5 - 1)

يوضح الرسم البياني الحد الأعلى من الاشعاع المسموح به (أم، ب، دي) على مدى السنتين (ببري 1958).

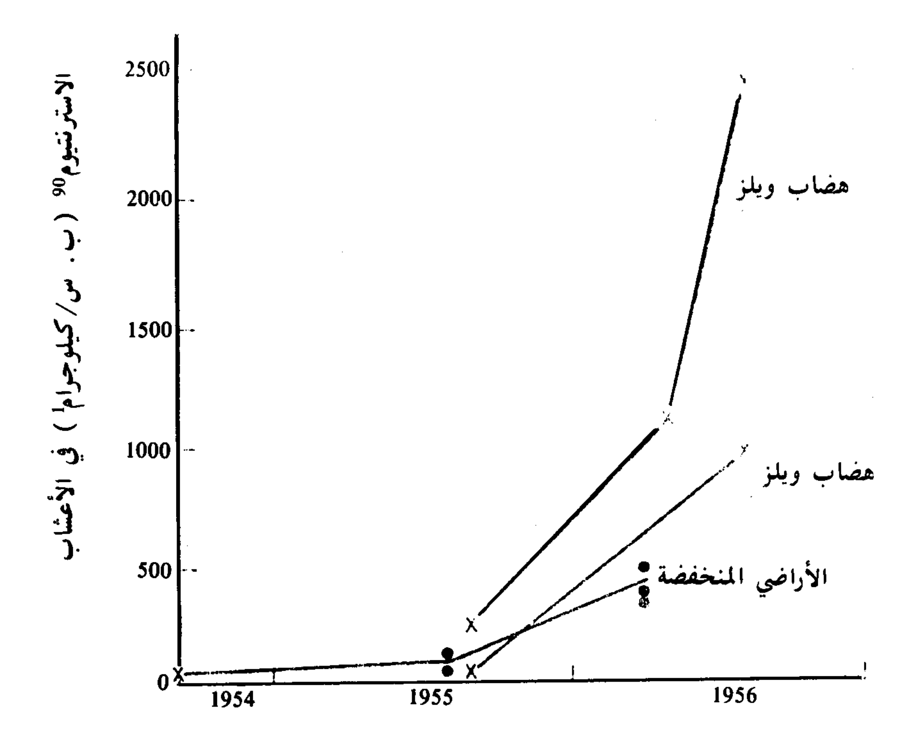
لهم في بعض الأحيان ـ لتجريب نسب عالية من الإشعاع أكثر من المحتمل، غير أنهم دائماً موضوعين تحت ِعاية وفحوصات حتى لا يصل مجموع الجرعات إلى النسب الخطيرة. وقد سمح للمسنين الذين هم قليلو المخاطر أن يتلقوا إشعاعاً أكثر من رفاقهم الأصغر سناً.

بالرغم من أنه يجب التشديد على أنه لا توجد براهين تؤكد ضرر الجرعات الصغيرة من الإشعاع للإنسان، فإن الاحصاءات تشير إلى انتشار السرطان بنسبة أكبر بين أخصائيي الأشعة من عموم الشعب في أميركا. ويصل متوسط

أعمار الموتى إلى 65,6 سنة بينما يتدنى هذا المتوسط في أخصائيي الأشعة إلى 60,5 سنة . وحتى الآن لم تتّضح الطريقة التي تأثرت بها هذه الأجسام المعنية رغم أن الذين يتعاطون جرعات عالية من الاشعاع هم طبعاً في خطر، كما أنه من الصعب جداً تقييم الخطر المحتمل للنسب الموجودة للتلوث في العالم. وهكذا ما يقال بأن نسبة المواد المشعة قد زادت ربما بمعدل واحد على الألف من تجارب الأسلحة النووية ، وحتى بعد هذه الزيادة فإن النسبة المطلقة الناتجة من الإشعاع ما زالت جزءاً ضئيلاً من النسب الخلفية ، ومن ثم فإن الخطر ليس عظيماً جداً ، وهكذا فقد ينتج عنصر الأسترنتيوم كنتيجة لإجراء التجارب الذرية . يمتص الأسترنتيوم بواسطة النباتات وقد ظهر في مدينة « ويلز» أن نسبة الأسترنتيوم قد زادت من لا شيء في سنة 1954 إلى 2500 بيكوكيورس (أو ميكرو ميكرو كيورس انظر 5-4) في سنة 1956 (شكل 5-2) وواضح بأن هذه زيادة كبيرة في حين لم تزد النسب الخلفية إلا بنسبة جزء من واحد من مائة لذلك فإن تأثيرها البيولوجي قد لا يكون عظيماً .

5 - 3 : التأثيرات البيولوجية للإشعاع

هذه على أية حال ليست القصة كلها ، لأن الخطر من أية مادة مشعة يعتمد على موقعها . ففي بعض الأحيان يقال عن العظم بأنه العظم بيت القصد للاسترنتيوم وقد ينبه هذا للاشارة بأنه قد يركز عند الانسان عن طريق طعامه وشرابه ويخزن في عظامه . والحقيقة أنه لا توجد أية تركيزات خاصة من المواد المشعة لأن العظام عامة تحوي كثيراً من الكالسيوم وجزءًا لا بأس به من الأسترنتيوم. فالانسان والحيوانات يركزان تلقائياً هذه العناصر في عظامهما ومن غير تأثيرات خارجية . وإذا تواجد الأسترنتيوم 90 المشع في العظم فإنه أيضاً يركز مع العنصر العادي والخطر. لأنه يتركز بالقرب من النخاع، ومن



الشكل (5 - 2)

الاسترنتيوم 90 في الخضر ببريطانيا 1954 - 1956 (بيكوكيورس استرنتيوم 90 /كلغ) بيدي، 1958 م.

نشاط النخاع إنتاج الدم. والإشعاع قد يسبب نوعاً من السرطان الذي يصبح مرضاً مميتاً وهو لوكيميا (سرطان الدم). ومنذ بداية تجارب الأسلحة الاشعاعية فالزيادة على المستوى العالمي صغيرة في حالات اللوكيميا، وكثيراً من العلماء يعزون هذا إلى الزيادة في الأسترنتيوم 90، وهذا الخطر في أي شخص لا زال قليلاً حيث إنه لا يمكن قياسه، ولكن رغم ذلك فإن عدة آلاف من الحالات قد تظهر بين سكان العالم جميعاً. هذا والمخاطر الأخرى من العناصر المشعة كافية لأن تجعل تجارب الأسلحة غير مرغوب فيها. ومنذ أن

حددت التجارب فوق الأرض نقصت النسب الاشعاعية في العالم ولكنها قد تعود إلى الارتفاع ثانية إذا ما نقضت هذه الاتفاقيات أو لم يتم العمل بها .

فإذا ما عشنا خطر التجارب الذرية ـ وغالباً الانقراض كنتيجة للحرب النووية ـ سنكـون معـرضين للإشعـاع مـن صنـع البشر في المصـادر الطبيـة والصناعية . وتجدر الاشارة أننا أصبحنا صارمين في استعمالنا لأشعة إكس وبعض الإشعاع المستعمل طبياً ، وقد وصلنا إلى وضع تكون معه أية تخفيضات أخرى بمثابة دعوةٍ لهجر الكثير من التقنيات المفيدة . وعموماً لقد اتفق على أنه سيصاب الجنس البشري بأقل ضرر من النسب الإشعاعية المتواجدة حالياً على عكس نتائج ترك تقنية العلاجات والفحوصات .

4.5 : بقايا المواد المشعة

إن استعمال المحطات النووية في ازدياد ، وحتى الآن فإن احتياطات شديدة متخذة . ورغم أن الحوادث قد حدثت إلا أن ضررها كان قليلاً ، ونحن ننتج كثيراً من بقايا المواد المشعة ، والبعض يفرغ في الهواء أو في البحر لكي يبعد الخطر عن الناس عامة . وهكذا فقد وضع مقياس الريح المعياري لقياس نسبة الإشعاع في أسماك الجمبري عند حدود المجرى ، فالمجرى يجب ألا يحتوي على إشعاع يرفع النسب في الجمبري الذي يعتبر مركّزاً نشيطاً لدرجة عالية تهدد الذين يأكلون منه كميات كبيرة يومياً على طول السنة . إن بعض بقايا المواد المشعة التي لا يمكن التخلص منها بسهولة دفنت في المناجم العميقة أو وضعت في حاويات خرسانية ورميت في البحر ، فبعضها سينتهي كمادة مشعة ويتحلل ، ولكن البعض الآخر سيشع كميات قوية لعدة سنوات . وقد أصبحت من الآن عملية التخلص من الفضلات صعبة ، فتلك التي دفنت عميقاً في الأرض قد يتسرب بعضها عند حدوث الاهتزازات الأرضية . ويوجد اهتمام بالغ حول

سلامة ما دفن منها في أعماق البحر.

هذه المشكلة هي إحدى المشاكل المتنامية، والوقود ذو الأصل العضوي في استعمال مطرد، والمحطات النووية ستعمل لإنتاج جزء كبير من الطاقة في العالم. ويوجد في الولايات المتحدة وحدها حوالى 150 متراً مكعباً من الفضلات المتخلفة سنوياً، وهي تحتوي على أكثر من 1000 ميقاكيورس من الإشعاع. الميقاكيورس هي نشاط كل مليون جرام من الراديوم. حوالى 10,000 جرام من الراديوم نفسه عزل لاستعمالاته الطبية في المستشفيات في كل البلدان. وقد يتضح حجم المشكلة فقط عندما نجد أن نسب الإشعاع في النباتات الملونة مثلاً نتيجة التساقط الذري تقاس ببيكوكيورس (أو ميكرو ميكرو كيورس)، وأن واحداً من ميقاكيورس = 10^{18} بيكوكيورس، وبحلول سنة 2000 ستكون النسبة النوية لبقايا المواد المشعة في الولايات المتحدة مليون ميقاكيورس تقريباً، واحتياجات الطاقة بعد هذا التاريخ ستزداد وتصبح عملية التخلص منها مشكلة أكثر خطورة.

وكلما زاد عدد محطات الطاقة كلما زادت المخاطر من الحوادث والخوف من انبعاث كميات خطيرة من الإشعاع. ويتضح من الأعداد الكبيرة في جميع بلدان العالم صعوبة تنفيذ الاحتياطات المتبعة في بعض المحطات الحالية خاصة في التخلص من بقايا المواد المشعة. ورغم أن المحطات الذرية قليلة الضرر حتى الآن إلا أنها على المدى البعيد ستكون أخطر ملوث من صنع البشر.

5.5 : الطفرات

كما أشير سابقاً، يوجد اهتمام كبير بالإشعاع البسيط الذي يسبب الطفرات الضارة خاصة في الإنسان. وعلى أية حال لدينا بعض النتائج الدالة على النسب الإشعاعية المنخفضة في الواقع العملي. ولا يوجد أدنى شك بأن الإشعاع ذا

القوة المتوسطة يمكن أن يسبب الطفرات، وقد أمكن التأكد من هذا في المعمل باجراء تجارب على ذبابة الفاكهة « الدروسوفيلا » والفئران، وفي مختلف المحاصيل النباتية. والطفرات الناتجة كان أغلبها ضاراً فقد ولدت أحياء مشوهة، وجينيات قاتلة تجعل الجنين يموت، ولكن نسبة الأشعاع عند إجراء هذه التجارب كان أعلى من التي تتواجد في البيئة.

لأسباب صحية ونظرية فإن نسبة منخفضة جداً من الاشعاع يمكن أن تكون مؤثرة، ولكنها صعبة الإثبات بالتجارب الحيوانية حيث تحتاج إلى أعداد حيوانات كبيرة، وهكذا لدينا القليل من الأدلة عن التأثيرات الجينية للاشعاع الذي من صنع الانسان خارج المختبر. والإشعاع الخلفي قد يكون عاملاً مهماً في إحداث الطفرات التي تعتمد عليها عملية التطور كلية، ولكن هذا أيضاً مجرد توقع.

توضح إحدى التجارب المثيرة التي أُجريت في غابة « بروك هيفن » في الولايات المتحدة منذ عشر سنوات، أن الطفرات الحاصلة نتيجة الاشعاع، قد لا تعطي دائماً النتائج المتوقعة منها. فقد وضع مصدر إشعاع ضخم في مساحة محدودة من الغابة لمدة طويلة حيث قتل كل الأحياء الواقعة ضمن نطاق إشعاعه. ثم أُبعد المصدر قليلاً بقصد دراسة نتائج الإشعاع على ما حوله، فتبين أن لدى مختلف النباتات والحيوان قابلية للإصابة بالإشعاع. ثم أُعيد مصدر الاشعاع ليعطي جرعات إشعاعية أكبر من تلك النسب الممكن التعامل معها لجرعة الإنسان فتبين أنها لا تسبب ضرراً، ولا سبّبت أية طفرات في النباتات والحيوانات المعرّضة إلى هذه الجرعات المختلفة. وهذا إن دلّ على شيء فإنما يدل على أن خطر حدوث الطفرات قد تغالى فيه. وعلى أي حال فإن أيّة نسبة منخفضة من الإشعاع قد تسبب خطراً واضحاً للإنسان أو للأحياء الأُخرى،

وهذا ما يظهر عندما يُدرس هذا الموضوع دراسات جديّة في تعداد كبير. وحتى عندما لا يكون هناك خطر ظاهر في الأفراد، فإنه من الواضح والصحيح أن نحاول حفظ الإشعاع منخفضاً ما أمكن عملياً.

حسن أبو يوسف الكويتي

تلوث البحر



تغطي المحيطات مساحة 56×10^{6} كلم^{2} وتحتوي على 1420×10^{15} متر مكعب من الماء وهي كمية مأهولة من الماء وتتطابق مع 5×10^{8} متر مكعب لكل ساكن على الأرض. كذلك ليس من الغريب أننا عادة ما نفترض أن البحر سيقبل كل ما نلقي فيه، ولسوء الحظ فإنه قد يحصل أن تتلوث بعض البحار لأن جزءاً كبيرا من بعض المواد الضارة التي ترمى فيه لا تذوب وتبقى مركزة في مناطق محدودة كما يمكن أن يعاد تركيزها بواسطة بعض الأحياء بعد أن يكون قد حدث لها تخفيف ملحوظ.

1.6 : التلوث بالزيت

إن الزيت من أهم ملوثات المحيط، ولقد لوحظ خطره عندما انفجرت ناقلة الزيت «توري كانيون» في 18 مارس 1967 م على سواحل، «كورن ول» وقد وصل البحر منها ما يقرب من 120,000 طن من الزيت الخام. وحتى قبل ذلك فإن الخطر من التلوث كان قائماً كما هو في حوادث الناقلات، ذلك أن بعض السفن تلقي ببعض بقايا الزيوت المستعملة كما تلقي بمياه الصبورة في مياه البحر مسببة أضراراً للمحيطات والمصبات وحتى للأنهار التي داخل الأرض اليابسة.

إن اتساع رقعة صناعة الزيت يجعل الحوادث قابلة للحدوث، حيث تنقل الناقلات سنوياً ما يقرب من 8×10^8 طن من الزيت الخام حول العالم. كما قيل بأن عدة ملايين من الأطنان من الزيت الفاسد تطفو اليوم على المحيطات، وهذا غالباً غير ضار ولكنه ما زال مصدر خطر إذا ما وصل إلى الشاطىء أو إلى أماكن غطس الطيور لصيد الأسماك. ولقد كان مخططاً - وحتى عهد قريب - أن تنظف الناقلات في البحر مضيفة عدة ملايين أخرى إلى تلوث المحيطات، وحديثاً رفض هذا الأسلوب كنتيجة لتبني سياسة «النقل على الرأس» بواسطة عدة شركات. وخلاصة ذلك الأسلوب أن تجمع بقايا الزيوت من قاعات الأحواض في حوض واحد وهنا يتجمع الزيت طافياً فوق الماء ويمكن ضخه إلى الخارج من أسفل ويجمع الزيت مع العبوة الجديدة بدون خسارة.

فالزيت هو ملوث في حد ذاته، إذ إن تأثيره على الطيور البحرية لا يخفى على أحد لأن أجنحتها تصبح بفعل التلوث معطلة ولا تستطيع الطيران، ومحاولة منها لتنظيف ريشها فإنها تستعمل مناقيرها، وبذلك تصل الى تسميم نفسها، كما أن الزيت يعيق عملية العزل التي يقوم بها الريش فتموت الطيور من البرد أو لزيادة قابليتها في الالتهاب الرئوي.

لقد تسببت حادثة «توري كانيون» في موت ما يقرب من 10000 طير من مختلف الأنواع وكان طائر «الغلموت» من أكثر المتضررين.

إن نتائج تلوث الطيور بالزيت الخام لهي عملية مضايقة ولا شك، أنها ضارة لعدة أنواع ولكن يصعب تقدير مضارها على عدة أنواع، ولقد أصبحت طيور الغلموت والبطريق أقل مما كانت عليه قبل 30 سنة في معظم السواحل الجنوبية لبريطانيا، وربما كان السبب هو التلوث بالزيت. وعلى

العموم يجب الاعتراف بأنه لا خطر على أي نوع لوحده كنتيجة للتلوث بالزيت أو على قدرتها على التكاثر بعد حدوث عدة حالات موت. لذلك، ورغم أن التلوث بالزيت يؤثر بشكل خطير على آلاف الطيور ولكن على النطاق العالمي فإن تأثيره ليس خطيراً كما نتصور.

يؤثر الزيت على كثير من الأحياء الأخرى، ولقد مات كثير من القواقع والقشريات والطحالب بسبب تغطية الصخور بطبقات سميكة من الزيت، ولكن الشيء الملاحظ أن إعادة تعميرها من الكميات المتوسطة سريع جداً وناجح تماماً، حيث تعيش البكتريا على الزيت وتقوم بتحليله. وفي خلال سنة من التلوث الكبير بالزيت، رجعت الصخور والشواطيء على ما كانت عليه وتكاثرت أحياؤها الحيوانية والنباتية. ولقد كانت الخسارة الكبيرة ناتجة عن محاولة مكافحة التلوث نفسه.

لقد كانت الخسارة الاقتصادية نتيجة هذا التلوث كبيرة، عندما تواجدت على شواطيء البحر السياحية ولعدة سنوات كانت بقع قطرانية تدمل جلود المصطافين وتوسخ أقدام الأطفال. والمشكلة غير سارة أبداً حتى عندما يتواجد الزيت بكميات صغيرة حيث إن سكب كمية كبيرة يمكنها أن تقوم بتغطية معظم الرمال وتقوم بطرد كل السواح. ولقد استعملت مختلف المطهرات لتستجلب وتفتت الزيت. ولقد كانت جميع هذه المحاولات ناجحة إلى حد ما في هذا الشأن، ولكن لسوء الحظ فقد ثبت أن هذه المعاملات كانت أكثر سمية لكثير من الأحياء البحرية من التلوث بالزيت نفسه.

لقد لوحظت سمية المنظفات (المطهرات) قبل حادث ناقلة النفط (توري كانيون) حيث وجد أن نمو المجموعة النباتية والحيوانية في الصخور المعاملة بالمطهر أقل من نمو التي تركت بدون معاملة، وعلى أية حال لقد كانت الخسارة

الاقتصادية من « توري كانيون » أكبر بحوالى 3×10^{6} من مختلف المنظفات التي استعملت لتنظيف وحماية الشواطىء السياحية غير عابئين بتحفظات الأخصائين. وكمواد مستعملة (يونايل نينول بولس أوكسي أثيلين مكثفات) فهي سامة للقشريات بمعدل تحت الجزء في المليون، وليس مستغرباً بأن تكون هناك خسارة كبيرة، والمدهش أن هذه لم تكن خطيرة، ورغم موت الكثير من أنواع القواقع والقشريات والأسماك، وتعري مساحات شاسعة من الصخور من طحالبها، إلا أن إعادة تعميرها كان سريعاً وفي حدود السنتين كان كاملاً، ولم ينقرض أي نوع من تلك الحيوانات أو النباتات نهائياً.

وقد يكون للزيت من « توري كانيون » أخطر الأثر في المياه البريطانية لولا أن الرياح لم تتغير قبل أن يصل الزيت إلى الشواطىء وحولته إلى شواطىء فرنسا، وهناك خسارة محلية فادحة حصلت للأسماك والمحارات لكن قليلاً من المطهرات استعملت. وبدلاً من ذلك فقد غطيت المياه بغبار رملي وطباشيري لامتصاص الزيت وقد أحدث الزيت الذي غاص إلى القاع بهذه الطريقة أضراراً لأحياء القاع، ومع أن إغراق الزيت إلى أسفل قد تمّ بسرعة فإن كثيراً منه وصل إلى الشاطىء وكذلك بعض الأسباخ الأمر الذي أحدث الأضرار الانتقالية رغم أن الاختبارات في سنة 1968 دلت على أنه أصبح كسماد لبعض الأنواع من الأحياء.

يجب أن يؤخذ في الاعتبار بأنه يجب أن لا يسمح بأن تبادر هذه الدراسات إلى القول: إن التلوث بالزيت غير مهم. ولو أن حمولة السفينة « توري كانيون » وصلت إلى الشواطىء كلها بسرعة مع حدوث بعض الأحوال الجوية لكان الخطر أكثر تأثيراً ولبقي تأثيره مدة أطول. ولقد اتفق عموماً على أنه يجب استعمال المطهرات على الشواطىء التي يؤمها السواح ما لم يكن التلوث كثيراً جداً.

2.6 : التلوث بمياه المجاري وبقايا المواد السامة

كميات كبيرة من مياه المجاري غير المعاملة تفرغ في البحر. حيث تمد أنابيب التفريغ بعيداً في داخل البحر للتقليل من خطر تكاثر الأحياء على الشاطىء، وهي طريقة غير ضارة حيث تتحلل المادة العضوية وتعاد الأملاح، وعلى أية حال فإنه عادة ما يكون تفريغ المجاري قريباً من الشاطىء حيث تتكاثر الأحياء غير المرغوب فيها. ويوجد خطر يهدد الصحة العامة لكنه عكس ما هو موضح. ولقد أثبتت الدراسات في بعض شواطىء المدن البريطانية حيث تتواجد هذه المجاري، أنه حتى الذين يسبحون فيها لا توجد لديهم أعراض العدوى بالبكتريا والفيروسات المعدية.

هناك بعض المخلفات العضوية الأخرى تفرغ بالبحر كمخلفات الخضروات من معامل التجميد في « لتكولنشاير » بكميات كبيرة ولكن نتائجها كانت صغيرة. ويظهر أن بعض الاختلاطات لا تحدث رغم أن بعض الحالات المحلية تساعد على نمو المحارات وبعض الطحالب البحرية.

واليوم هناك اهتمام بالمحيط الذي تلوث بالسموم التي لا تتحلل بسرعة مثل مخلفات المجاري وبعض المواد العضوية. وهناك تقارير تشير إلى أنه يتم تفريغ بعض المعادن الثقيلة بما فيها الرصاص والزئبق والكيماويات الصناعية مثل (الكلور عديد ثنائي فينالس) والمبيد الحشري والكلور العضوي أيضاً. وهذه الأخيرة نوقشت في الجزء 07. توجد مراقبة بسيطة على عملية تفريغ مخلفات المواد السامة خارج المياه الاقليمية ولا توجد اتفاقيات عالمية بهذا الخصوص. بعض الصناعات تتخلص من المخلفات الرديئة، وفي كثير من الأحيان يكون بطرق معقولة، حيث يبتعد عن مواقع الصيد كما تستعمل بعض الحاويات لتمنع التسرب على الأقل في المستقبل القريب. وعلى أية حال فإن بعض

الإلقاءات قليلة المراقبة الأمر الذي يحدث التلوث المحلي .

كما أشير سابقاً فإن أية مادة تمزج كلياً بالمحيط تخفف لحد غير ضار . حتى إذا ما أفرغ مليون من الأطنان فإن المستوى سيكون أقل من جزء واحد من مليون المليون ، ولا نعرف أي ملوث سام عند هذه النسبة وحتى لو تركزت في أي كائن فإن هذا سيكون من باب التخفيف المفيد .

وفي الحالة التي يستعمل فيها الزئبق ، وهي تصنيع المصابيح الكهربائية ، يتم تفريغ النفايات الحاصلة عنها في المصبات حيث النسب تكون عالية بدرجة كافية لتسبب ضرراً للقواقع والأسماك التي تقوم بتركيز الزئبق وبنسب عالية ، وعندما يأكل الإنسان هذه الحيوانات يصاب بتسمم مميت . وحقيقة يوجد خطر حقيقي من تفريغ هذه المواد في المصاب والمياه المغلقة مثل بحر البلطيق ، وقد تحدث أضراراً محلية لمصائد المياه الضحلة مثل مناطق بحر الشمال قبل أن تخفف بنسبة كافية . ولقد اقترح حديثاً بأن سمك « التونة » قد تلوث من تفريغ الزئبق في المحيطات بواسطة الانسان . ويتضح الآن بأن الزئبق يحدث طبيعياً في المحيطات ، وأن ما يلقيه البشر هو قليل بالمقارنة بما يوجد فيه في الوقت الحاضر . وقد استطاعت أسماك التونة بتركيز العناصر المتواجدة طبيعياً . رغم أن الزئبق الطبيعي قد يكون ساماً كما لو كان ملقى بواسطة الإنسان . ولحسن الحظ فإن نسبة الزئبق في سمك التونة مهما كان مصدره لا يتسم بالخطورة لآكله .

لقد لوحظ أيضاً أن الرصاص قد يكون خطراً ، إذا ما كان تركيزه عالياً على الشواطيء وهذا قد ينتج عن رباعي ايثل الرصاص في البنزين وقد يُحدث تلوثاً محلياً في المصبات ، كما يؤثر في بعض المجاميع الحيوانية المعزولة . وعلى أية حال لا يوجد دليل على صحة ما يقال بأن المجموعة الحيوانية والمجموعة

النباتية قد تلوثت من جراء العناصر والسموم العضوية . ورغم ذلك يتوجب استحداث برنامج للمراقبة ولقياس نسبة التغيرات في الملـوثـات الثـابتـة في مختلف أجزاء المحيطات ولدراسة التغيرات في المجاميع الحيوانية والنباتية .



المبيدات

تعتبر الملوثات التي تحدث الضرر بالبيئة تلك التي هي من صنع الإنسان، وقد تمت مراقبتها بواسطة الاهتمام بطرق التخلص منها وانتشارها . ومن جهة أخرى فإن المبيدات هي عبارة عن مواد سامة ترش للوقوف على مدى خواصها السمية، وتصبح مواد ملوثة عندما تخطىء الهدف أو الغرض الذي رشت من أجله .

والانسان يعتبر الآفات كائنات ضارة والمبيدات عبارة عن مواد لمراقبتها وتشمل مبيدات الأعشاب المستعملة في قتل الحشائش الضارة، والمبيدات الفطرية التي تتحكم في الفطريات المرضية، والمبيدات الحشرية المتطورة المستعملة ضد الحشرات والتي تعتبر من الآفات الحشرية بالدرجة الأولى .

يستعمل المبيد عادة ضد كائن حي معين، ويكون ساماً له وليس لسواه، رغم ذلك توجد عدة كيماويات لها درجة ملحوظة من التفضيل لكي تقضي على الآفة المقصودة بأقل تعرض مما يسبب الضرر للنباتات أو الحيوانات الأخرى، مع العلم بأن التفاضل الكامل ليس بالامكان . وهذا يعني بأنه يوجد دائماً خطر المبيدات الحشرية على الانسان أو بعض الكائنات غير المقصودة .

بعض المبيدات سامة فعلاً ولكنها مواد غير ثابتة، وقد تسبب أضراراً

بالغة في مساحة محدودة ولكنها لا تلوث لمدة طويلة . وبعض المبيدات قد تكون ليست حادة السمية ولكن قد تكون ثابتة أكثر وبالتالي سيكون لها تأثير بيئي لمدة أطول، وقد تنقل لمسافة أطول وتسبب أضراراً بعيدة عن مواقع استعمالها . وأيضاً فالسم الثابت قد يعود للظهور بشكل لم يتوقع . ورغم أنه قد يكون قد خفف إلى مستوى غير ضار فقد يتركز في أكثر من جهاز بيولوجي لدرجة يكون معها مستواه أو نسبته ضارة مرة أخرى .

1.7 : مبيدات الأعشاب

نادراً ما ينتج التلوث عن مبيدات الأعشاب رغم استعمالها بكميات كبيرة وفي مناطق شاسعة أكثر من أية مبيدات حشرية أخرى . والمبيدات العشبية الهرمونية في بريطانيا « الحامض الأسيني فينوكس » وهي الوسائل الرئيسية في مراقبة الأعشاب الضارة بمحاصيل الحبوب . والمادة المعروفة جداً هي: 4 كلورو ـ 2 ميثايل فينوكس حامض الاستيك ـ ام، س، ب، أ وباستعمالها الصحيح في محاصيل الحبوب فإنها تقضي على الأعشاب الضارة وبقليل من التأثيرات الجانبية، حيث إن ام، س، ب، أ ليس القاتل المباشر لهذه الأعشاب الضارة، إلا أنه يعيق تنظيمها النموي، ثم تذبل وتزول عن طريق انقاص الماء أو التنافس . ورغم أن بذور المحاصيل لا تتأثر إلا أن الجرعة الكبيرة أو الرش الزائد في طور معين من النمو قد يسبب بعض الأضرار .

رغم أن النتائج في هذه الأعشاب الضارة مماثلة باستعمال هذه الكيماويات، وتوجد بعض المخاطر من الاستعمال غير المسؤول، أو عند حدوث الطقس المتقلب، أو عندما ينتقل أم، س، ب، أ إلى مناطق أخرى، ورغم أن الرش في البرك والبحيرات قد يقتل الأحياء المائية والنباتات النامية إلا أن تأثيره بالبيئة النباتية والحيوانية على اليابسة يبقى بسيطاً . والشيء الملاحظ هو أن

البكتريا التي تقوم بتحليل المبيدات العشبية تتكاثر في المواقع التي أعيد فيها الرش، بينما لم تتأثر الديدان والقراد الموجودة في التربة، وبالتالي فالكيماويات هذه ليست ثابتة ولا تحدث تلوثاً على المدى البعيد .

مبيد عشبي آخر: 2 - 4 - 5 ت (2 - 4 - 5 حامض ثلاثي كلور الفينوكسي) . هذا المبيد ذاعت شهرته عندما استعمل في حرب فيتنام لاسقاط أوراق الشجر. حيث كان يرش على الأخص من الجو بتركيز عالٍ جداً لم يستعمل قط في الزراعة العملية .

كذلك فإن العينات المستعملة وجدت أنها تحتوي على جزء كبير من الشوائب داي أوكسين (3,2 - 8,7 البرار داي أوكسين رباعي ثنائي البنزين) والذي يكون له خاصية التشويه في الأرحام على الأقل (وبعبارة أخرى إذا ما عوملت به حيوانات حبلى، فإنها تلد صغاراً مشوهين) . وفي فيتنام يظهر أنه قد أحدث أضراراً للبيئة على المدى البعيد حيث قضى على مساحات شاسعة من النباتات المائية وأشجار الغابات . وقد اقترح بأن الانسان قد تضرر أيضاً وولّد أطفالاً مشوهين. وعلى أية حال فإن استعماله بحذر وبتركيب ليس به داي أوكسين 5,4,2 ، ت قد يكون مفيداً وخاصة لأشجار (الشرب) . وأعتقد بأنه لا يجب استعماله من الجو حيث إن الكمية والهدف يصعب تحقيقهما وما عدا ذلك لا أظن بأنه ملوث خطير . والمبيد العشبي الآخر الثابت وذو الفعالية الطويلة هو اليورنيا المدعمة (مثل مونورون) والمدعم تريناير (مثل ميمازين) وهو سريع الفعالية ولكنه ليس ثابتاً، ومركبات بيبريد يليم (مثل ديكات وبراكات) . ويستعمل السيمازين كمبيد كلي على خطوط الحديد والأماكن المماثلة، ويتفاعل ببطء، ورشة مباشرة على النباتات لا تأثير له على ما يبدو، وعادة ما يتفاعل من خلال التربة بحيث لا يسهل إزالته . ويستعمل السيمازين

أيضاً لمنع نمو الأعشاب الضارة في المحاصيل مثل الذرة والهيليون اللذين لا يتأثران به، والأضرار الناجمة عن استعمال هذين الكيماويين هي قليلة جداً عندما يستعملان بحذر ومن غير المحتمل أن يكونا من ضمن الملوثات.

إن مركب « البراكات » يعطي نتائج مثل قاذفات اللهب التي تميت معظم الأجزاء العليا لأعضاء النباتات، ويقتل النبات والحشائش التي يغلب عليها طابع عدم المقاومة رغم أن ذات الجذور العميقة مثل النباتات الشائكة واللبلاب تستعيد النشاط بسرعة. غير أن مركب البراكات عادة ما يتحول حالاً عن طريق امتصاصه من التربة بواسطة التحليل البكتيري، لذلك فإذا ما استعمل بحذر فلا خوف من حدوث أي تلوث خارج منطقة استعماله. ومن إحدى مميزات استعمال البراكات لمراقبة الحشائش الضارة في المراعي أن مجموعة الحشرات والزواحف الأرضية وخاصة الديدان الأرضية تحيا أكثر مما لو حصدت الأرض أو حرثت عادياً. وعلى أية حال فإن هذا المركب الكيماوي له مساوىء ومضار عند استعماله بالغلط، أولاً لأنه سام بالنسبة للإنسان خاصة إذا ما شربه بدون تخفيف. والواقع أنه المبيد الوحيد المستعمل في بريطانيا اليوم والذي تسبب في حدوث وفيات في السنوات الأخيرة. وتأثيره غير سار حيث يسبب الاختناق عن طريق تدمير الرئتين إذ تصاب الرئتان بتكاثر الأنسجة الطلائية، وأضرار العين هي أحد مسببات التعرض لجرعة قليلة منه. وثانياً إن المركب الكيماوي قليل الانتقال في النباتات الرطبة، وعندما يرش على الأعشاب بعد نزول الأمطار فإن بعض الحيوانات البرية مثل الأرانب البرية (القابلة للإصابة أكثر من الماشية) غالباً ما تموت، ولكن بالاستعمال المنظم فإن « البراكات » سوف لن يكون ملوثاً بيئياً.

2.7 : المبيدات الفطرية

كثيراً ما تسبب الفطريات الطفيلية خسارة فادحة في المحصول، وهذه الأمراض يتم القضاء عليها بعدة كيماويات مختلفة، وقد استعملت عدة مركبات تحتوي على النحاس لمختلف الآفات الزراعية والعفن التي تسببها الفطريات، وعند استعماله لسنوات طويلة كما في حالة تفاح « الأركادز » فإن التربة تصبح ملوثة بالنحاس وتتأثر تبعاً لذلك البيئة الحيوانية. والديدان على سبيل المثال تنقرض ولكن لا تأثير له على الأشجار الناضجة ولا تتأثر البيئة المحيطة. وكثير من المبيدات الفطرية العضوية مثل مركب « كابتان » له تأثير ملحوظ خاصة في الحدائق، ولكن بما أن الكمية العامة المستعملة ليست كبيرة إذا ما قورنت ببعض المواد مثل أم، س، ب، أ كما وأنها عموماً أعلى سعراً ولذلك استعملت بكثير من الحذر ولا احتمال لحدوث حالات تلوث خطيرة من جرّاء استعمالها.

استعملت عدة مركبات يدخل في صنعها الزئبق كمبيدات فطرية مثل « الكالومل » الذي ليس هو ساماً في حد ذاته، وقد استعمل كمطهر للانسان وقد استعمل في الحدائق بكميات كبيرة.

وقد استعملت مركبات الزئبق العضوية لعملية تبخير الحبوب لدرجة أن حبوب القمح في بريطانيا تبخّر حسب طلب الزبائن، وعملية التبخير هذه تستعمل لمنع إصابة الحبوب بالفطريات سواء أكانت ستسبب ضرراً أم لا في أي مجال.

قد يكون الزئبق ملوثاً بيئياً هاماً، فهو يخزن ويتركز بواسطة الأحياء، وقد ينتقل ويتركز في سلسلة الغذاء، ولقد كان هناك كثير من الحالات من التي قامت فيها الأسماك والقواقع بتركيز نسب عالية من الزئبق، وحدثت حتى

حالات وفاة لأشخاص أكلوا هذه الأسماك والقواقع، وعلى أية حال فإن الحالات الخطيرة من التلوث قد حدثت نتيجة الاستعمال الصناعي (مثل: صناعة الأخشاب)، أكثر من الكميات الصغيرة المستعملة في الزراعة.

إن احتمال تلوث التربة نتيجة تبخر الحبوب غير وارد، حيث إن استعمال 100 جرام من المستحضر لكل هكتار، والاضافة الكلية لكل متر مربع من التربة هو واحد مليجرام، وهو غالباً لا قيمة له إذا ما قورن بنسبة الزئبق في التربة.

لقد تسممت بعض الطيور من جراء أكل الحبوب المبخرة، وفي بريطانيا فإن التبخير يتم بواسطة مركبات الزئبق الفنليَّة والتي ليست حادة السمية للفقاريات. وتجارب الغذاء على طيور «الفزانت» توضح أنه لا خطر من تعاطي جرعات مميتة. بينما استعمل في بعض الدول الأوروبية مركب «ميثايل الزئبق» بتوسع وهو سام جداً، وقد قتلت من جراء استعماله بعض الطيور بدرجة غير متوقعة. وحتى في بريطانيا فالتلوث قليل جداً حيث وجدت كميات في الطيور التي تتغذى على الحبوب المعاملة وقد تصل النسبة فيها إلى حدوث تأثيرات فسيولوجية ولكنها غير مميتة.

تختلف المركبات الزئبقية في خطورتها اختلافاً كبيراً، وإحدى هذه المخاطر أن هذا العنصر - حتى في أقل المركبات خطورة مثل «كالومل» - إذا ما وصل إلى البيئة فإنه يتحلل ويتغير بفعل البكتريا إلى نوع خطير من الميثايل، وقد يحدث هذا في معدة الحيوان المجتر التي يحدث التمثيل فيها أو في قاع البحيرة أو الطبقة العفنة.

لهذه الأسباب يجب بذل الجهود لتقليل نسبة الزئبق، وهذا ينطبق على الصناعة أكثر من الزراعة، كما يجب التذكر بأن كميات كبيرة من الزئبق

الموجودة في التربة أو البحر وجدت نتيجة تـواجـدهـا في الصخـور بفعـل الطقس، وكيف ما كان فإن هذا الزئبق خطير كما لو كان بفعل الانسان .

3.7 : المبيدات الحشرية

لقد استعمل العديد من المواد السامة لقتل الآفات . فآفة أشجار الفاكهة تبخر بغاز السياناید وترش بالزرنيخ أو بثنائي نيترو أرثوكرسول دي، ان، أو، س .

وقد استعمل النيكوتين في البيوت الزجاجية وهو سام للحشرات كما هو سام للمدخنين . وقد وجـد بـأن المواد التي تكـوّن طبيعيـاً مثـل سم السمـك (دريس) ذات تأثير على القمل الآدمي وخنفسة الراسيري، وأيٌّ من هـذه المواد قد يكون ملوثاً وله تأثير جانبي ضار، ولكن عملياً فإن التلوث بالمبيدات الحشرية مشكلة قبل حرب 1945 وتؤرخ من الاستعمال الشاسع للكيماويات الجديدة المصنعة من قبل الانسان مع قليل من التحفظ . فالمبيدات الحشرية الصناعية ليس لها السمية الحادة للانسـان والفقـاريـات مثـل مـا للمـواد التي استبدلت، ولكن بقاءها الطويل ينتج عنه مشاكل جديدة .

لقد قسمت المبيدات الحشرية المستعملة الآن إلى مجموعتين رئيسيتين :

المركبات العضوية الفسفورية، والمركبات العضوية الكلـوريـة . وبعـض المركبات العضوية الفسفورية (المبيدات الحشرية) هو شاذ عن القاعدة، كما أن بعض المبيدات الحشرية غير سام للانسان . فمثلاً (البراثيون وترابا ييرو فوسفيت ت . أ . ب . ب) هما من المواد السامة جداً، ويجب أن لا يستعملا إلا من قبل أُناس يلبسون الملابس الخاصة، وقد تسببا في موت العديد عن طريق الخطأ أو عندما يستعملان كوسيلة للانتحار . وعلى الرغم من أنهما يسببان اضراراً للبيئة إلا أنهما غير ثابتين ويتحللان بسرعة إلى منتجات غير

ضارة ولا يسببان تلوثاً على المدى البعيد .

واليوم، خاصة في بريطانيا ، فإن المبيدات الحشرية الفسفو عضوية تستعمل بنسبة قليلة لاستبدالها بمواد غير ضارة . وتشمل هذه الميلانيون وهو أقل سمية من البراثيون بألف مرة ومختلف عن المبيدات الحشرية مثل مركب السكودان وميثايل الدمتون أو ميتا ستوكس التي تنتقل في النباتات ، وهي ذات فائدة في مراقبة المن وبعض الآفات التي تتغذى على عصارة النبات بدون الإضرار بالحشرات النافعة التي لا تتغذى على النباتات . وقد ازداد استعمال مركب الكرباميت المميز كيميائياً ، وهو ذو مفعول ثابت كمركبات الفسفو عضوية . وعلى العموم فهي لا تسبب تلوثاً دائماً . ويبحث الكيميائيون الآن عن مواد لها فعالية لمدة طويلة ، وبعض هذه قد تكون أكثر سمية مثلاً من الميلاثيون ، ولكننا الآن يجب أن نأخذ في الاعتبار الأخطار البيئية عندما نقيم المركّبات الفسفو عضوية الجديدة أو المبيد الحشري الكرباميت .

وعلى أية حال يوجد خطر خاص من المبيدات الفسفو عضوية والكامن في فعالية تراكمها . ويتضح بأن « الميلانيون » مثلاً غير سام للانسان ولبعض الثدييات الأخرى وذلك لأنها مجهّزة بطريقة لإبطال مفعول سميته . وقد لوحظ أن بعض المركبات الفسفو عضوية مثل « البراثيون » قد عطل ميكانيكية الأجهزة عند الثدييات بغية ابطال الفعالية نتيجة تراكم هذه المبيدات . وبذلك فإن الميلانيون قد يلحق ما لم يتوقع من الأضرار ، لذلك يجب أخذ الحيطة عندما يراد استعمال هذه الكيماويات المتعدّدة مراراً وتكراراً .

4.7 : مركبات الكلور العضوية

إنها المبيدات الحشرية ذات مركبات الكلور العضوية الثابتة التي سببت ولا زالت تسبب تشويه البيئة والتي قد تصل إلى درجة تستحق أن توصف بالتلوث ،

والمبيد الحشري الهام الـ د. د. ت، ب، اتش، س أو لندين أو مجموعة من مجموعة السيكلودين التي تشمل ولدرين أو. اتش. ا. أو. د، الدرين أو. اتش. اتش. د. ان والهبتاكلور.

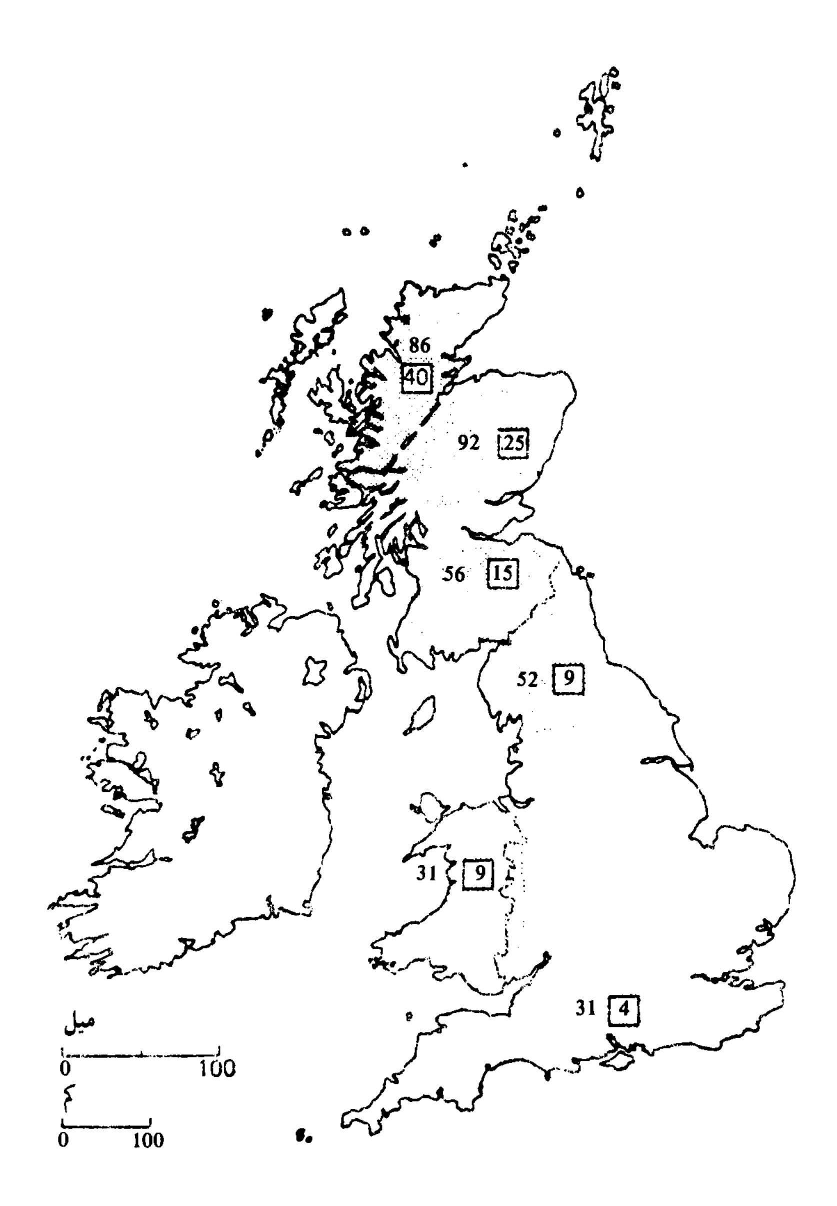
لقد تم التعرف على خواص المبيد د. د. ت في سنة 1939. وخلال حرب 1939 - 1945 استعمل للقضاء على بعوض الملاريا والقمل الحامل للتيفود، وقد زيد انتاج الـ د. د. ت لاستعماله في القضاء على الآفات الطبية والزراعية، نظراً لأنه وجد بأنه غير سام للإنسان. لذلك لا يوجد احتمال حدوث وفيات بالاستعمال المنظم. ولا يوجد شك بأن الـ د. د. ت قد أنقذ حياة الملايين من الملاريا وبعض الأمراض المنقولة بالحشرات، كما أنقذهم أيضاً من الجوع بأن زادت نسبة الانتاج الغذائي بالقضاء على آفات المحاصيل. بدأ الاهتمام بهذه الكيماويات عندما استعملت بكثرة وأيضاً عندما وجد أن دولدرين سام جداً للفقاريات وقتل عدة أحياء بريّة. لا يوجد أدنى شك بأن الد. د. ت الآن يمكن أن يتواجد في أي مكان من العالم، ويحدث في الهواء كما في مياه الأمطار بنسبة عدة أجزاء في 10^{11} وبكمية عالية في دهن الطيور والأسماك، وحتى في الأماكن التي لا يتوقع حدوثه فيها مثل القطب المتجمد الجنوبي. إن هذه النسبة القليلة ليس لها تأثيرات بيولوجية في حد ذاتها ولا يمكن اعتبارها تلوثاً بالمعنى العادي. ولكن الاهتمام هو كيف زادت هذه النسبة وعن أي طريق وصلت هذه المبيدات الحشرية إلى البيئة. والخوف يكمن في زيادة هذه التركيزات إلى حد تصبح معه ضارة. إذ إن مبيدات الآفات هذه قليلة الذوبان في الماء وتذوب بسرعة في الدهون التي تخزن عادة فيها. والمبيدات الحشرية المخزّنة هذه ذات تأثير بسيط، ولكن عندما يدخل الدهن في عملية البناء وتصرف هذه الكيماويات إلى الدم، فإن تأثيراتها قد تكون خطيرة.

ولا توجد أدلّة على أن هذه النسب في دهون الانسان ـ إلى غاية 25 جزء في

المليون وأقل منها في الأنسجة ـ لها أية تأثيرات فسيولوجية . لقد ابتلع عمداً متطوعون لعدة شهور كميات من الد . د . ت وكذلك عمال المصانع الذين ابتعلوه عن غير قصد، وجد في دهنهم نسبة 100 جزء في المليون دون ظهور أية علامات للمرض كالتي شوهدت عند استعمال الد . د . ت في الدقيق عن طريق الخطأ . إن بقايا الكلور العضوية في الأحياء البرية غالباً ما تكون أعلى منها في الانسان، ويصعب في بعض الأحيان تقييم هذه البقايا لتداخل العديد من الكيماويات داخل الأنسجة الحيوانية، وهكذا يتحول الد . د . ت إلى د . د . ا في عملية عدم تسمم . وفي الحقيقة فإن الد . د . ت لا زال مبيداً وذا فعالية سامة للفقاريات لكنه أقل من الد . د . ا ما عدا بعض العمليات في الحيوانات الولودة حيث قد تكون أكثر من قليل التأثير الشديد .

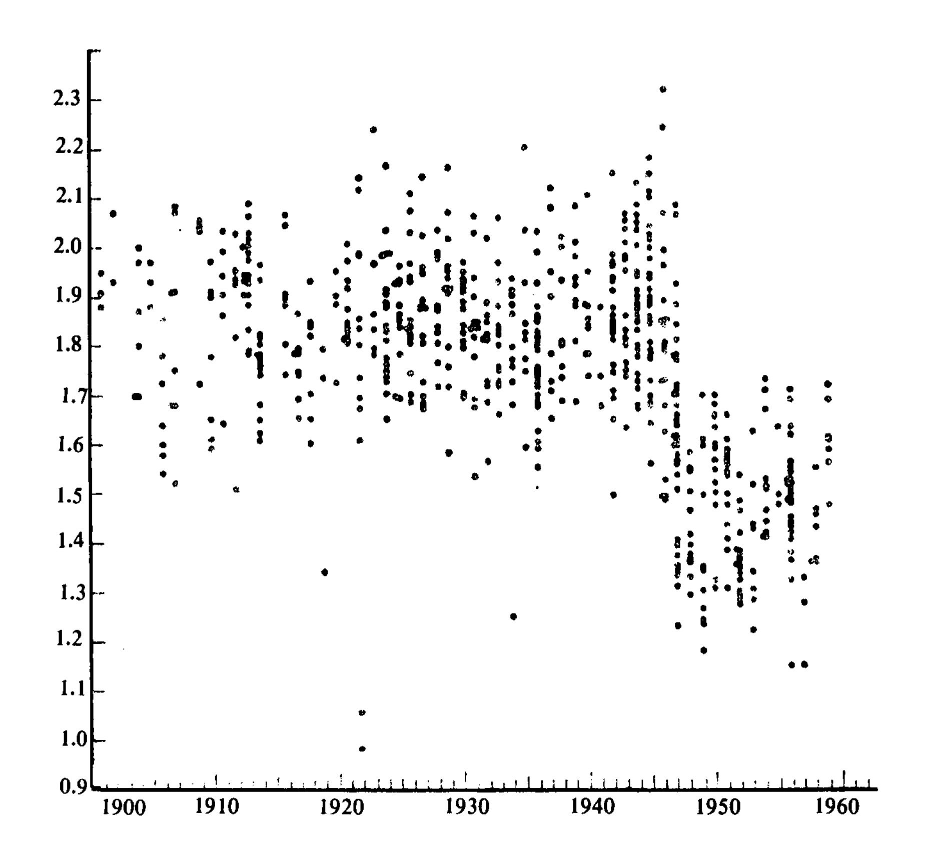
هناك أدلة قاطعة بأن كميات ما تحت القاتلة من الد . د . ت (والد . د . إ) وكذلك (الدالدرين) قد أثرت على الأحياء البرية، وهكذا فقد روي في أواخر الخمسينات بأن هناك نقص كبير في سماكة قشور البيض عند الطيور الجارحة التي ركزت المواد بجسمها، وأصبحت طيور « البيرجرنس » نادرة، وقد توقفت عن وضع البيض في جنوب بريطانيا في الأماكن التي تهتم بزراعة المحاصيل بكثافة (الشكل 7 - 1 ، 7 - 2) . أما في اسكتلندا فإن النسور الذهبية أصبحت مصابة بالتلوث لدرجة أثرت على تكاثرها على الرغم من أن المجاميع اليانعة (التي تعمر لثلاثين سنة أو أكثر) لم تنخفض بشكل هام . ومن المشجع على القول إنه منذ استعمال الدايلدرين كمبخر للحبوب وتنظيف الأغنام من أجل الصوف قد لوحظ زيادة التكاثر في كل من طيور الهوكس والصقور .

لقد لوحظت عدة حالات وفاة من جراء مركبات الكلوروعضوية لبعض الاحياء غير المقصود القضاء عليها . وهكذا في الولايات المتحدة الأميركية فإن



الشكل (7 - 1)

طيور البيرجرنس في بريطانيا 1961 في كل منطقة يمثل الرقم الأول نسبة المناطق المأهولة والثاني في المربع نسبة أماكن تفريغ الصغار (دي، أ، رات كلف، من ميلانبي 1967).



الشكل (7 - 2)

التغير في التوقيت الزمني لقشور البيض (الوزن النسبي) للبيرجرنس في بريطانيا (رأت كلف، دي، ا، 1971 م) .

مقدار 30 كيلو جرام للهكتار من الد . د . ت استعمل للقضاء على الخنفسة الحاملة لمرض « إلَمْ » الهولندي والذي كاد أن يقضي على طائر « الروبن » الأميركي لأنه تغذى على الديدان التي ركزت المبيدات الحشرية بأجسامها . أما في بريطانيا فإن التأثير المباشر كموت الطيور والثدييات من حدة سمية الد . د . ت لم تثبت ، ولكن عندما بخرت الحبوب بالدالدرين لحماية النبتات الصغيرة من

يرقات ذبابة القمح ، فإن كثيراً من الحمام وطيور الفيزانت وغيرها قد ماتت . كما وأن بعض الثعالب والطيور التي تتغذى على الميتة قد حصل لها تسمم والبعض منها مات . إذ إن بعضها مات من أكل ميتة أو اثنتين فقط ، والبعض ارتفعت فيه النسبة من أكل عدة طيور ميتة .

من السهل معرفة أن الجرعات الكبيرة ستكون مميتة ، ولكن الصعوبة في تقييم الأضرار المحتملة من النسبة العامة والقليلة التلوث . وهكذا فإن الأطعمة في بريطانيا تحتوي على كميات قليلة ولكنه يمكن قياسها من المبيدات الحشرية الكلوروعضوية ولكنها ليست عالية لتوصف بالخطر (انظر الجدول رقم 2) .

الجدول رقم (2)

نسبة بعض المبيدات الحشرية في الأطعمة في بريطانيا سنة 1968 (جزء في المليون)

	ب . أتش . س	دلدرين	د . د . وعملياته
دهن البقر	0,04	0,03	0,03
دهن كلية النعجة	0,17	0,21	0,16
الزبدة	0,08	0,03	0,06
الحليب	0,002	0,001	0,002
البيض (عندما يستعمل الد . د . ت في المنازل	0,03	0,01	1,70
الدقيق	0,018	0,001	0,009

رغم أننا نركز هذه المواد حيث أن نسبتها في دهن الانسان في حدود جزئين في المليون. بعض الناس يعتقد بأن عملية التركيز تستمر إلى ما لا نهاية. ولكن هذه ليست الحقيقة، ففي بريطانيا نجد أن نسبة تلوث الأطعمة بقيت ثابتة تقريباً في السنوات الست الماضية وهكذا فإن نسبتها في دهن الانسان (أعلى) وتركيز التأثير يتواجد حسب قاعدة، وتوجد بعض البراهين أن النسب البريطانية قد بدأت تنخفض الآن كما أن النسب في الأطعمة نقصت أيضاً. وفي الولايات المتحدة الأميركية حيث الطعام يتعرض لتلوث أكثر، فإن النسبة في الجسم البشري أربعة أو خمسة أضعاف ما في بريطانيا، بينما وجد في فلسطين والهند ـ حيث استعمل الد. د. ت بكميات كبيرة ـ أن النسبة تصل إلى 25 جزء في المليون.

إن نسبة تأثير الجرعة تحت المميتة للمركبات الكلوروعضوية أثبتت من قبل التجارب المعملية التي أوضحت تأثيرها على عملية بناء الغدة الدرقية والكالسيوم مع التطور غير العادي لقشور البيض. يتضح أننا في بريطانيا محظوظون جداً في أننا تلافينا التلوث الخطير والضرر البيئي الجسيم الذي حدث نتيجة استعمال مبيدات الآفات في الولايات المتحدة وبعض البلدان الأخرى، ولكن حدود السلامة لم تكن كبيرة، لذلك هناك عدة أسباب وجيهة لإيقاف استعمال الكيماويات الثابتة بأسرع ما يمكن حتى ولو أحدثت أضراراً في الماضي أقل مما يتوقع.

لقد ثبت أن المبيدات الحشرية الكلوروعضوية قد يعاد تركيزها في الأجهزة الحية، ويسمع الواحد أن هذه التركيزات تحدث عموماً كخطوة في السلسلة الغذائية، فإذا ما استعملت الكيماويات في التربة فإنها تتواجد في الديدان ثم تتواجد في الطيور آكلة الديدان وأخيراً تتركز (ربما بنسبة خطيرة) في الهوكس الذي تتغذى عليها. وهذه العملية ـ رغم حدوثها ـ فنادراً ما تصل

إلى أية نسبة تقارب النسب القاتلة في سلسلة الغذاء البري، والخطر الحقيقي يكمن في الأفراد الذين فيهم نسبة عالية جداً من التلوث .

أما في المياه فالوضع يختلف . فالأسماك والجنبري لها القدرة على تركيز مبيد الآفات سواء في السائل أو عندما تمتص كأجزاء عالقة بمعدل 10^3 أو حتى 10^4، وهكذا تتكون في أنسجتها نسب من المركبات الكلوروعضوية التي هي ضارة أو حتى قاتلة، وهو ما ظهر في نهر الراين 1968 حيث سكب عن طريق الخطأ المركب الكلوروعضوي « اندو سلفان » حيث ـ في خلال أيام قلائل ـ ماتت ملايين الأسماك نتيجة تلوث المياه بنسبة لا تتعدى جزء في عشرة من المليون، وهو تركيز غير ضار بالانسان فيما لو شرب تلك المياه .

في مصاب الأنهار والمياه الشاطئية قد تكون نسبة المبيدات الحشرية عالية لدرجة تسمح للأسماك أن تقوم بتركيزها بنسب عالية . وهذا الرأي أكَّدته النتائج لأن كثيراً من الطيور البحرية واللافقاريات البحرية وجدت فيها نسبة ملحوظة . وكذلك عجول البحر والدولفين من بحر البلطيق تختزن ما نسبته 55 جزء في المليون في شحومها، غير أنها غير سامة وهو ما قد يكون له تأثير مدمر لو كانت سامة .

لا يوجد أدنى شك بأن الد . د . ت موجود في محيطاتنا ولكن نسبته قد تكون أقل من جزء في 10^{12} إذ إنه لم يقس بهذه الدرجة من الدقة، ولكنه أخذ في الاعتبار أن المبيدات الحشرية قد تكون ضارة للبلانكتون النباتي ويتغير توازن الأوكسيجين في أجوائنا، وقد دلت التجارب فعلاً بأن الد . د . ت يمنع عملية التمثيل الضوئي في البلانكتون ولكن بتركيز 10^3 أعلى من المتواجد حالياً . وبما أن استعمال العالم للد . د . ت (وبعض المبيدات الحشرية الكلوروعضوية الأخرى) لا يتزايد، كذلك فإن التلوث الحقيقي من هذ النوع للمحيطات لا يحتمل حدوثه .

إن خاتمتي العامة هي أن مبيدات الآفات الكلوروعضوية قد سببت عدة حالات تلوث محلية وأن اتّساخاً بشكل واسع قد حصل خاصة في المياه، ولا أستبعد كل الأخطار، إلا أنني أعتقد أن الاتجاه الحالي في التقليل من استعمالها مستمر وأن الأخطار المستقبلية ليست كبيرة، وعلى أية حال فيجب أن نكون مهتمين بالبحث عن التأثيرات الجانبية للكيماويات التي ستحل محلها .

حسن أبو يوسف الدويشي

المُلحق



أولاً: تمارين عملية على التلوث

لقد استلمت عدة استفسارات خطيّة من المدرسين والمحاضرين وبعض الناس الآخرين عن احتمال تمارين عملية على التلوث، قياسه، تقييم تأثيراته وجعله ضمن هذا الكتيب ولسوء الحظ عمل كهذا ليس بالسهل، لأن الدراسات البيئية التي هي في صميم الموضوع تحتاج إلى وقت طويل وتحتاج أيضاً إلى معلومات تفصيلية عن الحيوانات والنباتات المراد دراستها. وهكذا قد يسمع الطلاب عن «فطريات اللشن» خاصة قابلة للتأثير بثاني أكسيد الكبريت. ولكنهم عندما يقومون بزيارة منطقة ما بها تلوث شديد قد يندهشون لرؤية اللشن كنوع «ليكانورا كونيزويدس» وهو نام، بينما تكون الأنواع الأخرى لا وجود لها تماماً. هذه الملاحظات قد تقودهم ليتعلموا تعريف اللشنات الشائعة على الأقل وتجعلهم يقومون بملاحظات هامة، ولكنّ قليلاً من كثير من المدرسين الذين يهتمون بعلم البيئة لديهم هذه الخبرة الخاصة.

فكرياً أنا أرغب أن أقترح الوسائل العملية التي بواسطتها يستطيع الطلاب أنفسهم أن يقوموا بالقياسات الكمية ذات المعنى ويتبعوها بدراسة علاقتها البيولوجية بالملاحظات الكيميائية والطبيعية، وهذا محتمل في عدد من الحالات

فقط. ولكن في بعض الأحيان يكون مصدر المعلومات عن ملوثات نوعية موجوداً، وقد يتعلم الطالب الكثير من زيارة المختبرات ومعامل التقنية. وعلى أية حال يجب أن تتخذ التدابير لمثل هذه الزيارات، ونأمل أن قراءة هذا الكتيب سيساعد في هذه التدابير. والعلماء عادة يكونـون مسروريـن لطـالبي الاستفسارات، ولكن لا يوجد لديهم الحماس للطالب الذي يكتب لهم: قائلاً «سأقوم ببحث عن التلوث، أرجو أن ترسل لي المراجع».

وهذا الفهرس قد جُعل لاقتراحات بخطوات عمـل، قـد تكـون مفيـدة للمهتمين الذين لديهم الاستعداد للتفكير الناضج والدراسة الفعلية حتى تكون نتائجهم ذات أهمية.

ثانياً: تلوث الهواء

سبق وأن أشرت إلى أن دراسة تلوث الهواء ليست أمراً سهلاً، ويعترضه الكثير من الصعوبات. منها أن نسبة الملوثات حتى في المناطق الرديئة تتذبذب كثيراً، وقياسات نقطة معينة في زمن معين حتى ولو كانت سهلة عملياً، قد يكون لها قيمة محدودة، حيث قد تسقط سهواً ملاحظة الانبعاث الاعتيادي والقاتل بنسبة عالية. **إن معظم الملاحظات تعطي قياسات تابعة للانبعاث الكلي** في مدة 24 ساعة ورغم انها قد تكون ذات أهمية إلا أنها لا يمكن أن تجعل التأثير الكمي لانبعاث قصير ونسبته عالية بنفس فعالية الانتاج الطويل لنسبة منخفضة والتي تعطى نفس الأرقام المتوسطة.

إن مختبر ورق «سبرينج» في «ستنفتنيح» في مقاطعة «هارتفورد شاير» مسؤول عن قياس نسب الدخان وغاز ثاني أكسيد الكبريت في 15000 موقع في بريطانيا العظمى، وهي تعطي معلومات مفصلة أكثر من المتوفر لدى أي بلد آخر. ومعظم المحطات تدار من قبل السلطات المحلية أو بعض الهيئات مثل

مؤسسة توليد الكهرباء المركزية، ويمكنك الحصول على آخر طبعة من « أبحاث تلوث الهواء » مكتبة القرطاسية اتش، أم أو مكتبتك المحلية القادرة على استعارته لك. ورغم أن مختبر ورق سبرينج مستعد لمثل هذه المساعدة، إلا أنه لا يجب أن تتصل به مباشرة لهذه المعلومات العامة. فإذا ما كانت سلطاتك المحلية تقوم بإدارة مركز، فابحث عن المسؤول عن ذلك المركز واتصل به، وربما زيارة إلى الموقع مع محاضر عن الموضوع من أية جهة سيقدم لك فكرة جيدة عن الموضوع.

هناك عدة احتمالات فإذا أردت أن تجهز محطتك لوحدك، فالجامعة المفتوحة قد تقدم لك المساعدة، إذ صمموا طاقماً أثبت نجاحه من قبل آلاف من الطلبة، « يطلب الاتصال بقسم التسويق بالجامعة المفتوحة ولتون بلتكلي بكس ». بعض المدارس قامت ببناء جهاز « كالذي يستعمل من قبل مختبر ورق سبرينج بعد فحص الآلات المستعملة، واستعمال الخردة مثل عدادات الغاز القديمة » هذا الجهاز يزيد من إمكانية مساعدة الطلبة في الخصوص. ويمكن الحصول على طاقم البحث الخاص بنظافة الهواء من المركز الاستشاري لخدمات التعليم المنتج من قبلهم، (22 شارع ترمبغتون كامبريدج، بسعر 97 بنس والبريد مجاناً)، ويساعد في قياس بعض الكيميائيات والتعريف الأولي المبدئي للأشنات (أنظر تحت).

قد تكون لبعض القياسات غير المبهرة قيمة، ففي المناطق كثيفة الأدخنة (لحسن الحظ يتناقص شيوعها الآن) توضع قطع من القماش الأبيض في عدة مواقع للمقارنة، والمطر يمكن أن يجمع ويحلل. إن الحموضة في بعض الأماكن ستتأثر حيث ثاني أكسيد الكبريت عالٍ: تزيد هذه القياسات من الاهتمام بين الطلبة وتشجع المهتمين للتعمق جداً في دراساتهم.

يمكن أن يدرس تلوث الهواء بثلاث طرق:

أولاً ـ يسمح بتوزيع النباتات الحساسة التي هي بالفعل تقيم لنتائج التجارب التي أجريت . ثانياً ـ تستجلب الأحياء إلى المناطق التي يشك أن بها تلوث وتلاحظ التأثيرات . وثالثاً ـ تعريض الأحياء (في البيوت الزجاجية أو أماكن محددة) لنسب من الملوثات المعلومة .

I ـ من المعلوم أن اللشنات قابلة للإصابة بثاني أكسيد الكبريت وكذلك زس واللفرورتز تتأثر به أيضاً .

لقد أثبتت عملية مسح اللشنات حول المدن جدواها ، إلا أنها كما ذكرت تحتاج إلى خبرة . وقبل أن تقوم بأي مسح ننصحك بأن تقرأ بعض الأبحاث الأصلية عن الموضوع مثل:

GILBERT, O. L. (1968). Bryophytes as indicators of air pollution in the Tyne Valley. New Phytol. 67, 15.

GILBERT, O. L. (1970). Further studies on the effect of sulphur dioxide on lichens and bryophytes. New Phytol. 69, 605-627.

GILBERT, O. L. (1970). A biological scale for the estimation of sulphur dioxide pollution. New Phytol. 69, 529-634.

HAWKSWORTH, D. L. and ROSE, F. (1970). Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. Nature, Lond. 227, 145-148.

إن أحسن طريقة لتتعلم بها التعرف على اللشنات هو أن تجد من لديه المعرفة وتجعله يعلمك الطريقة ـ وتحتاج أيضاً إلى الكتاب الآتي:

U. K. DUNCAN. Introduction to British Lichens (1970), T. Buncle and Co. Ltd., Arbroath, 292p.

لقد اقترح د . جلبرت مشكوراً لعمليات المسح الأفكار التالية :

1 ـ إعمل خريطة للتوزيع العام لأنواع أعالي الحائط الشائعة مثل بارمليا ساكساتكس (أو حتى أنواع البار ميليا)، جريميا بولفيناتا، لكانورا موراليس كنوع أرضية لزيادة التلوث . ثم اعمل خريطة للشنات الابقاتيك الشائعة مثل برمليّا سلكاتا (أو أنواع البرميليا) ايفرينا بروناستري، أنواع البوتوزاريا أو البرايوفايت مثل أنواع أرثوتيريكم إلى تحت بنفس الأرضية ثم اعرض النتائج . هل الحموضة لها تأثير على الأحياء ؟

هل تؤثر أنواع الأشجار فيها ؟

2 ـ اعمل طريقة لنوع زنثوريا بارتينا كأرضية لزيادة التلوث على :

أ ـ القاعدة الكلسية ،

ب ـ حوائط الأحجار الرملية كثيرة التغذية .

جـ ـ قاعدة الأشجار .

د ـ جذور الأشجار بارتفاع متر على الأرض .

اشرح النتائج .

3 ـ إجمع البوسايد ميزوكس يني بنكتتس من أشجار متساوية مثلاً من الأشجار الناضجة من أشجار الاش في البراري إلى أماكن تزايد التلوث . هل توجد علاقة بين عدد الأفراد في وحدة المساحة ونماطة الإيفاتيس ؟ هل هناك ظاهرة التسود ؟

4 ـ إعمل خريطة لتوزيع أي لشن شائع أو بروفايت مبسطة (تجسيمها صعب جداً) بنسبة (بوصة أو، انش) مستعملاً دبابيس الخرائط وهذا يريك وضع تلوث الهواء حول المدينة أو المجمع الصناعي .

هناك صعوبة في كل هذا، حيث يتطلب أن نعمل معايير أماكن التواجد، وطبعاً في السلسلة الصناعية. أو يمكن أن لا تتواجد لشنات تستحق أن تؤخذ كعينات ويمكن الوصول إليها من المدرسة بسهولة. وربما يقوم الطلبة بتقييم أو مسح المجموعة النباتية القديمة ليروا ما اختفى منها. وهكذا يتضح بأن التلوث يحطّم أماكـن التـواجـد ويعمـل على القضاء على المجموعة النباتية. تستطيع مدارس المدينة أن تبحث في توزيع أنواع لكانورا كانـورويـدس وللـوروكـوكس مـع تـوزيـع البسوسايدس على الأشجار.

5 - يستطيع الانسان أن يتتبع مجاميع اللشن إذا ما بدأ مصدر جديد للتلوث بالظهور إلى جانبها وذلك بتغطيتها بصفائح من النايلون ومراقبتها وهي تختفي على مر السنين.

II - تختلف بعض الأنواع والفصائل من النباتات في قابليتها للاصابة بتلوث الهواء. ولسوء الحظ أحسن أطلس مرتفع الثمن ويمكن الحصول عليه من أميركا فقط وهو:

Recognition of Air Pollution Injury to Vegetation: A Pictorial Atlas. Edited by JACOBSON, JAYS and CLYDE HILL, A. Informative Report No. 1, Air Population Control Association, Pittsburgh, Pennsylvania (1970).

تنمو بعض الأنواع من النباتات في المناطق التي يتوقع حدوث تلوث هواء فيها. وينصح بانماء النباتات في تربة قياسية داخل أوعية فخّارية حيث إن التربة المعرضة للتلوث لمدة طويلة تصبح ملوثة وهذا يؤثر على النمو. الجدول رقم (3) يوضح بعض الأنواع من النباتات المثمرة التي ستتأثر أو تصاب.

جدول رقم (3) بقابليتها للاصابة
أنواع من النباتات معروفة ببعض الأنواع
من الملوثات الهوائية

النبات	أصيب بواسطة
قلاديولس خامة النوع أمير الثلج	ثاني أكسيد الكبريت
البسلا	ثاني أكسيد الكبريت
زينيا	ثاني أكسيد الكبريت
بديونيا	الأوزون
قلاديوتس	الفلورايد
الذرة	الفلورايد

III - يمكن إنبات بعض النباتات التي في الجدول رقم (3) في البيوت الزجاجية أو في أكياس البلاثين والأفضل على رفوف غرف النمو، وتعرّض بعد ذلك إلى تيار يحتوي على تركيز معروف من ثاني أكسيد الكبريت أو بعض الملوثات الأخرى. ويمكن أن توضّح تجربة حرق الفسفور الضرر الكلي والحسابات في (2 - 1) توضّح بأن 1,5 ملليجرام من الكبريت يعطى تركيز جزء في المليون من ثاني أكسيد الكبريت في المتر المكعب من الهواء. وعلى أية حال فان هذه النسبة سوف لن يحتفظ بها، وأعتقد أنه يجب حرق واحد جرام من الكبريت يومياً في بيت زجاجي صغير للحصول على نتائج في أوراق النباتات بعد أسبوعين. وكثيراً من التجارب يمكن أن تعمل على هذا المنوال.

علمياً أكثر يجب تمرير حجم معروف من الهواء يحتوي على نسبة

صحيحة من الملوث في البيت الزجاجي، فإذا ما مرر الهواء الملوث بضغط معقول يمكن عندئذ الحصول على وقائع ثابتة، وإمكانية إجراء تجارب من هذا النوع توجد فقط في المعاهد التي بها معدات وتسهيلات وإشراف دائم.

ثالثاً - تلوث الماء:

معظم مياهنا ملوثة كثيراً لذلك فالبحث في هذا الموضوع أسهل منه على الهواء. يمكن تعلم الكثير عن طريق الزيارات إلى معامل التنقية المحلية، حيث إن العاملين على استعداد لاعادة الطرق التي يستعملونها بما في ذلك طرق التحليل لدراسة مصابّ المجاري. وقبل أخذ العينات يجب أن يقوم الأساتذة والمدرسون الذين ليس لديهم سابق خبرة بتقنية المجاري بزيارات مبدئية.

ويمكن تنظيم رحلات أيضاً إلى مختبرات السلطات المسؤولة عن الأنهار حيث تجري عدة دراسات عن الملوثات على قدم وساق. وهنا أيضاً أريد أن أؤكد على اتخاذ الاجراءات اللازمة مع السلطات المسؤولة لكي تؤتي الرحلة ثمارها.

فالتحليل ليس صعباً، ويمكن الحصول على التفاصيل من كتابين طبعا من قبل البرنامج البيولوجي العالمي.

GOLTERMAN, H. L. (1969). Methods of Chemical Analysis of Fresh Waters. IBP Handbook No. 8. Blackwell Scientific Publications, Oxford, P. 172.

VOLLENWEIDER, RICHARD A. (1969). A Manual on Methods of Measuring PRIMARY Production in Aquatic Envirenments.

IBP Handbook No. 12, Blackwell Scientific Publications, Oxford, P. 213.

إن الدراسات البيولوجية هي شيء عظيم، طاقم تلوث الماء الذي استعمل من قبل أكثر من 10 آلاف طفل في بريطانيا يمكن الحصول عليه مقابل 75 بنس من المركز الاستشاري للتعليم (32 شارع ترمبتورن كامبريدج)، وهو يشكل مقدمة محبوبة للموضوع مساعداً حتى صغار الأطفال ليتعلموا شيئاً من الملوثات الرئيسية وتأثيراتها، كما هو مزوّد ببعض المؤشرات الحيوانية، ودراسة مقارنة يمكن أن تكون بين الماء النظيف والمتسخ، وتأثيرات المصبّات، مثل معامل التنقية أو المصانع. وهناك من يريد التدرج من الملاحظات البسيطة (مستعملاً طاقم تلوث الماء) إلى الدراسات الأكثر تعقيداً، والطاقم يحتوي على قائمة بأسماء كتب للدراسة أكثر.

يمكن إجراء مختلف التجارب على الماء من مجاري الأنهار، البرك، الأنهار، وقد اقترح البروفسور آر، ديليو ادوارد الآتي:

1 - يمكن تعيين بعض القياسات لخواص نمو الطحالب في الماء مستعملاً مزرعة الطحالب (مثل سكلتوينا وكلوريلا) محضونة تحت حالات إضاءة معينة في عينات من الماء المقطر مصدرها البحيرات والأنهار (+ نسبة من الماء قليلة التخفيض في ماء معين مثل المقطر أو المؤين). ويمكن الوصول إلى هذا الهدف حيث الكثير من الاختلافات لهذه القياسات قد تحدد وذلك بزيادة بعض عناصر معينة. ويمكن قياس النمو بعد ترشيح الطحالب خلال فترات زمنية (أسبوع واحد مثلاً) ويعين تركيز الكلورفيل مستعملاً جهاز الكلورومتر بمصفي مناسب، أو حتى بواسطة وزن المحصول الطحلبي.

2 - تجارب التسمم بأخذ عينات من المصبّات أو مياه النهر مستعملاً

اللافقاريات . فـالكلادوسيرنس مثـل الدفنيـا تحتـاج إلى انـاء صغير ، والحيوانات البلانكتونية يمكن تسجيل الوقت الذي تستغرقه للسقوط في القاع . يمكن إجراء التجارب هذه أيضاً باستعمال تركيزات من السموم معروفة وهو توجيه جيد للدراسة السمية أل س 50 . (التركيز القاتل لنصف المجموعة) ومعاملات الانحناء وهكذا .

3 - تجارب السمية في النهر أو غيره مستعملاً أقفاصاً صغيرة بالنايلون مثقلة إلى القاع وبها اللافقاريات مثل الجامرس .

رابعاً - التلوث الحراري

إذا ما سخن ماء ما (مثلاً محطة توليد) فإنه يمكن قياس الحرارة وإيجاد العلاقة بينها وبين المجموعة الحيوانية والنباتية كما في بيئة أبحاث تلوث الماء .

خامساً - التلوث الاشعاعي

وهو موضوع غير مناسب للبحث ما عدا من قبل اخصائيين وتحت ظروف معينة .

سادساً - تلوث البحر

يمكن دراسة البكتيريا قرب مصابّ المجاري ، حيث يمكن مقارنة المجموعة الحيوانية والنباتية للشاطىء ببعض المناطق غير الملوثة .

سابعاً - مبيدات الآفات

لحسـن الحظ فـان مبيـدات الآفـات الكلـوروعضـويـة غير مـوجـودة للاختبارات ، لذلك فإنه لا يمكن إجراء دراسات للتلوث لمدة طويلة ، وتحليل مبيدات الآفات في أنسجة الحيوان ليس باستطاعة الجميع إلا ذوي الخبرة .

يمكن تصميم كثير من التجارب البيئية على الحيوانات والنباتات، وهكذا قد تعطي الفاصوليا معاملات مبيدات حشرية ويعد عدد الأفايدس وكذلك عدد أعدائهم الطبيعيين، ويمكن دراسة تأثيرات مبيدات الأعشاب على العشب سوارد. إن ملاحظات على كثير من الأحياء البرية ـ في المزارع التي تستعمل مبيدات آفات مختلفة ـ يمكن أن تكون ذات قيمة.

بعد الطباعة ـ قاموس دلتا للمعلومات البيئية ووسائل الايضاح صفت بواسطة كارول جونسون وجاكي سميت وهيئة التعليم البيئي 26 ميدان بدفورد لندن دبليوس. أ. ب 3 اتش يو.

يحتوي هذا على معلومات عن أنماط الدراسات، كما يتناول أيضاً الكتب، الأفلام، أشرطة سينمائية، شروحات، ملصقات، ألعاب وأوراق عمل في البيئة تشير إلى التلوث. لقد أخرج القاموس بطريقة الأوراق السهلة الفك حيث تضاف إليه صحائف جديدة ليتمشى مع الزمن.



المحتويات